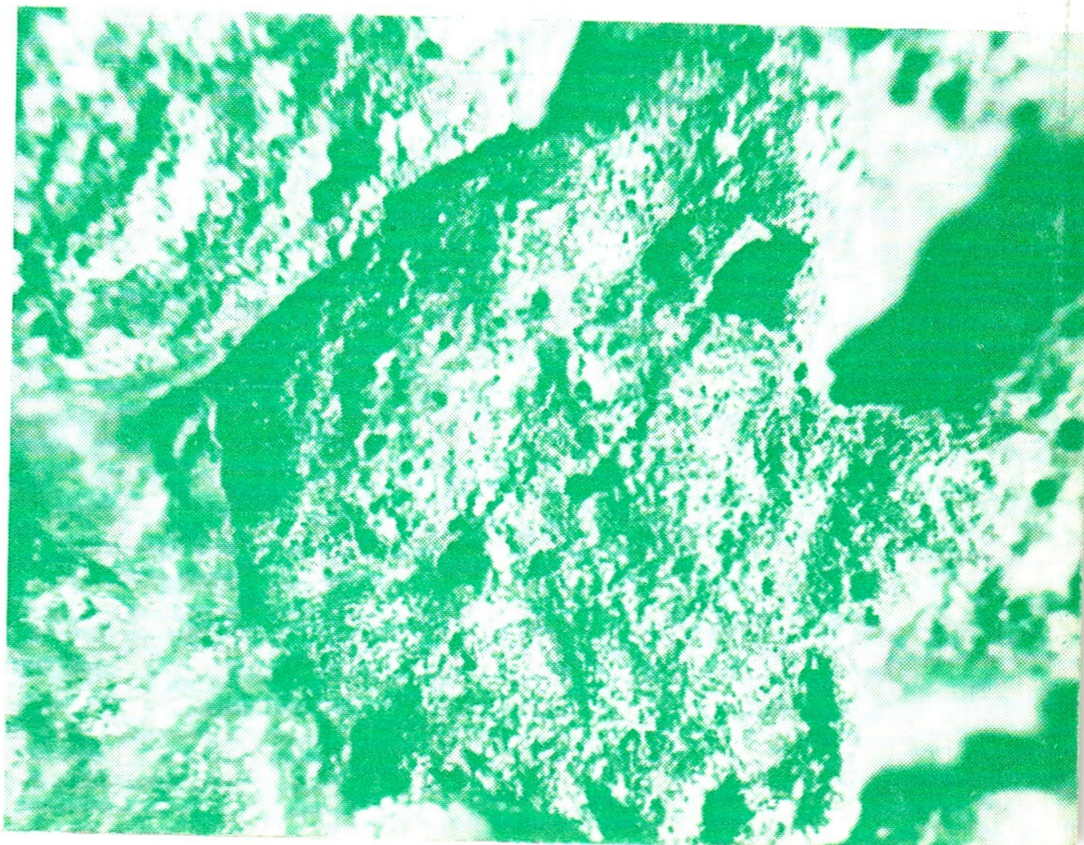
ВАСИОНА

ЧАСОПИС ЗА АСТРОНОМИЈУ И АСТРОНАУТИКУ

YU ISSN 0506-4295

Детаљи површине објекта пронађеног 25. VII 1978. г. близу села Романовци (λ = 17°15,5' E, φ = 44°49,5'), увећање 6 пута Изглед, тежина, боја, богатство регмаглипта и оком видљивих хондра већ на први поглед сугеришу да је у питању метеорит. Аутор чланка класификовао га је као хондрит типа L 3.



1979 — 1

VASIONA REVUE D'ASTRONOMIE ET D'ASTRONAUTIQUE ANNÉE XXVII 1979 № 1 BEOGRAD

Bulletin de la Société Astronomique „R. Bošković". Adresse: VASIONA, Narodna opservatorija, Kalemegdan, Gornji Grad, Beograd, Yougoslavie

САДРЖАЈ

ИЗВИЊАВАМО СЕ ЧИТАОЦИМА ЗБОГ ВЕЛИКОГ ЗАКАШЊЕЊА БРОЈЕВА 2 и 3—4/78, ДО КОГ ЈЕ ДОШЛО ЗБОГ ВАНРЕДНИХ И НЕОДЛОЖНИХ ОБАВЕЗА ШИРО „СРБИЈА".

МОЛИМО ЧИТАОЦЕ ДА ПРИХВАТЕ НОВУ ЦЕНУ ЧАСОПИСА. ДРУШТВО ЈЕ БИЛО ПРИНУЂЕНО НА ОВАЈ КОРАК ЗБОГ СТАЛНОГ ПОВЕЋАЊА ТРОШКОВА ШТАМПАЊА И СМАЊЕЊА ДОТАЦИЈЕ.

ВАСИОНА, часопис за астрономију и астронаутику. Издаје Астрономско друштво „Руђер Бошковић", уз учешће Републичке заједнице за научни рад СР Србије. Годишња претплата НД 50, за ученике свих школа ако поруче одједном најмање десет примерака по НД 30, а за иностранство НД 100. Поједини број НД 12,50. Власник и издавач Астрономско друштво „Руђер Бошковић", Београд. Уредништво и администрација: Београд, Народна опсерваторија, Калемегдан, Горњи Град. Тел 624-605. Рукописи се не враћају. Претплате слати у корист рачуна број 60806-678-6639

На основу мишљења Републичког секретаријата за културу број 413-665/74-02 од 27. XII 1974. ово издање је ослобођено пореза на промет

Штампа: НИГРО „Привредни преглед", Београд, Маршала Бирјузова 3—5.

ВАСИОНА ЧАСОПИС ЗА АСТРОНОМИЈУ И АСТРОНАУТИКУ ГОДИНА XXVII 1979 БРОЈ 1 БЕОГРАД

О НЕКИМ НОВИЈИМ ИСТРАЖИВАЊИМА ЦРНИХ РУПА

. . . „Једно светлеће небеско тело исте густине као Земља, чији би пречник био 250 пута већи од пречника Сунца не би, због своје привлачне силе, допустило да иједан његов зрак доспе до нас; постоји могућност дакле да највећа тела Свемира буду невидљива" . . .

Аутор цитираног пасуса је француски научник из XVIII века Пјер Симон Лаплас (P. S. Laplace), а објавио га је у свом делу „Излагање о систему света" 1795. године. Лаплас је свој закључак извео полазећи од Њутнове корпускуларне теорије светлости, према којој се светлост састоји из честица, и услед тога је подложна дејству силе гравитације. Иако је каснији развој физике модификовао ову теорију, Лапласов закључак је ипак задржао историјски значај јер је дао прву формулацију идеје о могућности постојања небеских тела која се не виде, пошто светлост не може да напусти њихова јака гравитациона поља.

Савремена физика и астрономија такође проучавају могућност постојања оваквих објеката. Невидљива небеска тела веома јаких гравитационих поља означавају се термином „црне рупе". Средином прошле деценије, после открића квазара, нагло је порастао интерес физичара и астрофизичара за ову класу тела. Било је покушаја да се огромне количине енергије које квазари зраче објасне присуством црних рупа у њима. Један од водећих истраживача црних рупа је Стивен Хоукинг (S. Hawking) са Универзитета у Кембриџу (Cambridge) у Енглеској. Циљ овог чланка је да упозна читаоца са закључцима до којих су Хоукинг и неколицина других физичара дошли у току последњих година, али је пре тога потребно упознати се и са резултатима „класичног" периода испитивања црних рупа, за који се може узети да је трајао до 1974. год.

Основни проблем физике црних рупа је питање њиховог настанка. Данас се сматра да ови објекти настају гравитационим колапсом звезда са масама већим од око 3 масе Сунца. У току прве половине двадесетог века откривено је да енергија зрачења звезда потиче из термонуклеарних процеса који се одвијају у њиховој унутрашњости. Када резерве „горива" за ове процесе буду знатно смањене, звезда почиње да се сажима под дејством силе гравитације (отпочиње гравитациони колапс). У току колапса, расте енергија гравитационог поља звезде, а то значи да се повећава и енергија, тј. брзина, коју нека честица мора имати да би могла да напусти то поље. У тренутку када ова брзина постане једнака брзини светлости, полупречник звезде достиже вредност названу Шварцшилдов радијус (Schwarzschild). Почевши од тада никакве честице или зрачење не могу да напусте звезду. Удаљени посматрач више не може да је види, па се зато каже да је звезда доспела у стадијум црне рупе. Овај механизам настајања црних рупа предложили су Опенхајмер и Снајдер (Oppenheimer, Snyder) 1939. године.

Димензије црне рупе карактеришу два параметра: Шварцшилдов радијус и хоризонт догађаја. Из дефиниције Шварцшилдовог радијуса види се да је црна рупа ограничена сферном површином чији је полупречник сразмеран њеној маси. Површина ове сфере означава се као хоризонт догађаја. Његова основна карактеристика је, да је област коју он обухвата потпуно одвојена од остатка Свемира. Никакви сигнали емитовани у унутрашњости хоризонта догађаја не могу да га напусте.

1971. године Хоукинг је изложио нову идеју за објашњење процеса стварања црних рупа. Различита астрономска посматрања извршена у току овог века, пока-

зују да се Свемир налази у ширењу за које се верује да је отпочело у тзв. Великој експлозији. Према Хоукингу, огромни притисци који су владали у току Велике експлозије, могли су да сабију мале количине материје до великих густина какве се срећу у црним рупама. Овако створене, тзв. првобитне црне рупе, имале би различите вредности маса, са доњом границом од око 10^{-5} g.

По броју података који се о њима могу сазнати, црне рупе су изузетно једноставне. Хоукинг, Картер (Carter) и други доказали су теорему познату под називом „Црна рупа нема косе". Према овој теореми, спољашњим мерењима могу се одредити само укупна маса, наелектрисање и момент импулса материје која је упала у црну рупу. Показано је, такође, да при интеракцији црних рупа укупна површина њихових хоризоната догађаја мора да остане иста или да се увећа. Овај резултат потсећа на други принцип термодинамике, по коме ентропија изолованог система може само да расте у току времена. Разрађивањем овога дошло се до успостављања аналогије између механике црних рупа и термодинамике, у којој површина хоризонта догађаја одговара ентропији (Bekenstein, 1972), а даљом аналогијом је изведен закључак да температура црне рупе треба да буде пропорционална јачини гравитационог поља на хоризонту догађаја. С друге стране, из чињенице да црне рупе не могу да зраче (како се тада веровало), изведен је закључак да се оне морају налазити на апсолутној нули температуре, иако имају различите јачине гравитационих поља.

Упркос успесима које је постигла, теорија црних рупа није успевала да објасни судбину материје која доспева у црну рупу. Пенроуз (Penrose) и Хоукинг су показали да црне рупе морају да дају физичке сингуларитете. Сингуларитети, највероватније, представљају области у којима веома јаке гравитационе силе сабијају материју до бесконачних густина.

Према Хоукингу би сви закони физике у сингуларитетима престали да важе што би значило да се даљи развој тела које је колапсирало у црну рупу не може предвидети. Радови у којима је дата претпоставка о постојању сингуларитета, указивали су и на то да ће они заувек остати у унутрашњости црних рупа. Пенроуз се чак питао да ли, можда, не постоји неки „космички цензор" који спречава појављивање слободних сингуларитета, док Хоукингови најранији радови показују да су слободни сингуларитети неизбежни. Поред тога, највећи сингуларитет од свих је раније поменута Велика експлозија, а њу ни једна теорија не може да занемари. По мишљењу Џона Уилера (J. Wheeler), познатог космолога са Универзитета у Принстону (Princeton), тешкоће које у теорији ствара присуство сингуларитета, можда би се могле избећи стварањем квантне теорије гравитације. Таква теорија би, по његовим речима, претстављала „венчање опште теорије релативности и квантне теорије". На жалост, оно још увек није обављено.

Класични период испитивања црних рупа завршио се марта 1974. године, када се у часопису „Природа" (Nature) појавио Хоукингов чланак под насловом „Експлозије црних рупа". У овом раду Хоукинг је показао да у гравитационим пољима црних рупа постоји могућност стварања и емитовања честица. У основи овог резултата лежи појам „виртуелних честица". Овим термином означавају се честице које настају у вакууму под дејством јаких поља. Израчунавања су, такође, показала да би снага овог зрачења требало да одговара снази зрачења тела чија је температура управо сразмерна јачини његовог гравитационог поља. Толику вредност температуре предвиђа и раније помињана аналогија између механике црних рупа и термодинамике.

Хоукингови прорачуни према томе указују да црне рупе ипак зраче, иако се њима не објашњава начин на који то зрачење настаје. За тај процес су до сада предложена два алтернативна механизма.

Један од њих заснива се на појму антиматерије. Свака елементарна честица има своју античестицу, која се од ње разликује по знаку наелектрисања. При судару честице и античестице долази до њихове анихилације, уз ослобађање одговарајуће количине енергије. На пример, при судару електрона и позитрона настају два гама зрака или неке друге честице. Постоји могућност и за одвијање супротне појаве; настајање електрона и позитрона из два гама зрака. Овај процес познат је под називом стварање парова. Присуство јаких поља, каква постоје око црних рупа, потпомаже његово одвијање. Ако би једна од овако насталих честица пала у црну рупу, друга не би имала „партнера" за анихилацију, па би могла да се неометано удаљи од црне рупе. Удаљени посматрач би стекао утисак да је црна рупа емитовала честицу.

Друга предложена могућност заснива се на математичком објашњењу античестица које је дао амерички физичар Фајнман (Feynman). По њему, античестице су у ствари честице које се крећу унатраг кроз време. Оваква интерпретација је на први поглед немогућа, међутим њена примена у физици елементарних честица даје добре резултате. Са тачке гледишта, стварање парова и њихова каснија анихилација могу се претставити као понашање једне честице. Она се од свог настанка до анихилације креће унапред кроз време, а затим уназад док не сретне саму себе. Ако би таква честица упала у црну рупу, могла би да се схвати као античестица која излази из црне рупе крећући се уназад кроз време.

Најједноставнији пример за други од предложених механизама представља пар електрон-позитрон. Према Хоукингу, позитрон се понаша као електрон који се креће уназад кроз време, при чему излази из црне рупе односећи и део њене масе.

У тренутку стварања парова, електрон интерагује са гравитационим пољем црне рупе, мења правац кретања и удаљава се од црне рупе као обичан електрон.

Описани процес зрачења црних рупа има једну важну последицу. Услед зрачења, маса црне рупе се смањује у току времена. С друге стране, снага зрачења и температура црне рупе обрнуто су сразмерни маси. Одавде непосредно следи да се у току дугих периода времена снага зрачења и температура црне рупе повећавају, што на крају доводи до њене експлозије. Хоукингови прорачуни (упрошћене формуле су дате у књизи Шкловског) омогућују да се приближно одреди време трајања живота црне. рупе. Ове процене показују да ефекат губљења масе услед зрачења не би имао утицаја на црне рупе велике масе. На пример, за црну рупу чија је маса једнака маси Сунца, израчунавање даје фантастично време живота од 10^{64} година. На супрот томе, првобитне црне рупе са масама од 10^{15} г. имале би време живота од око 10^{10} година. Пошто су, по Хокингу, првобитне црне рупе настале у најранијем периоду историје Васионе, а њена старост је реда величине 10^{10} година, експлозије ових црних рупа могле би се очекивати у садашњем периоду.

Извршени су покушаји детектовања гама зрачења, које се, по теорији, јавља приликом експлозија црних рупа. Посматрања су обављана са сателита и са површине Земље. Резултати са сателита показују да је учестаност експлозија црних рупа веома мала; износи мање од 2 експлозије по кубној светлосној години у току 100 година. У мерењима са Земље коришћена је тзв. атмосферска метода Черенкова. Циљ овог поступка је да се запази Черенковљево зрачење електрона који настају при судару честица космичких зрака са молекулима гасова из атмосфере Земље. До исте појаве долази и при продирању гама зракова у атмосферу. Зрачење Черенкова настаје кад се наелектрисана честица креће кроз провидну средину брзином већом од фазне брзине светлости у тој средини. Применом ове методе нису запажене очекиване ерупције гама зрака.

Из тога се може израчунати највећа вредност учестаности експлозија првобитних црних рупа у нашој Галаксији. Узимајући у обзир осетљивост инструмената

који су коришћени, претпоставља се да ова учестаност износи највише једну експлозију по кубној светлосној години годишње.

Поред описаног, у трагању за црним рупама примењују се још неке методе. На пример:

— проналажење невидљивих масивних компонената у двојним или вишеструким системима звезда,
— истраживање двојних звезда које су јаки извори рентгенског зрачења, и
— трагање за гравитационим таласима које звезда зрачи при колапсу.

Применом ових поступака откривено је десетак парова звезда за које се претпоставља да садрже црну рупу.

Досадашњи резултати посматрачких радова у астрофизици црних рупа били су предмет дискусија на симпозијуму о развоју Опште теорије релативности, који је почетком јуна 1978. одржан у Лондону. По мишљењу Мартина Риза (M. Rees), директора Института за Астрономију из Кембрица, највероватнији „кандидат" за црну рупу у нашој Галаксији је извор X зрачења познат као Лабуд X—1. Овај објекат се састоји из сјајне, оптички видљиве звезде, масе око 20 маса Сунца, и невидљиве компоненте чија је маса око 10 маса Сунца. Утврђено је да X зрачење Лабуда X—1 варира са периодом $10^{-2} - 10^{-3}$ секунди, што показује да су димензије невидљиве компоненте једнаке или мање од димензија Земље. На основу података о великој маси а малој величини, може се показати да ова компонента има и велику густину и јако гравитационо поље, што би одговарало очекиваним карактеристикама црних рупа.

Од октобра 1978, када је завршен главни део овог чланка, појавила су се у литератури два интересантна текста (референце A и B). Један од њих се односи на могућности посматрачке идентификације евентуалних црних рупа. У другом се говори о могућим утицајима црних рупа на еволуцију галаксија.

Познато је да се дуготрајна посматрања астрономских извора X зрака могу вршити са авиона који лете на великим висинама, или са сателита. Августа 1977 лансиран је сателит HEAO 1 (High Energy Astronomical Observatory, у преводу Астрономска Опсерваторија за зрачења високих енергија). Резултати посматрања са овог сателита помогли су да се боље упозна систем Лабуд X—1. На основу испитивања доплеровог ефекта у спектру сјајне плаве компоненте овог објекта утврђено је да период револуције износи 5,6 дана, као и да је угао нагиба равни орбите у односу на правац ка систему веома висок. Сматра се да доња граница масе густе компоненте овог пара износи око 3 масе Сунца.

Паралелно са посматрањима, одвија се рад и на стварању теоријског модела процеса који настаје X зрачење у извору Лабуд X—1 и сличним објектима. Претпоставља се да са плавог суперџина ка црној рупи струји гас. Услед орбиталног кретања, гас се према црној рупи не креће по правој; његова путања има облик спирале. Крећући се дуж ње, гас формира тзв. „акрециони диск". На висини од око 200 км изнад црне рупе, кретања материје у диску постају турбулентна, а температура гаса достиже ред величине од 10^7 K. Верује се да спорадично X зрачење, које је у току посматрања запажено, потиче од ових турбулентних кретања.

Поред детаљних посматрања Лабуда X—1, захваљујући посматрањима са HEAO 1 откривена су два нова могућа припадника класе црних рупа. То су пулсар GX 339—4, и извор X зрака Circinus X—1. Дијаграми који приказују број пристелих фотона X зрака у функцији времена за Лабуд X—1 и GX 339—4 веома су слични. На таквим дијаграмима за извор Circinus X—1 уочавају се повремени нагли скокови, али и трагови периоде од око 2,5 s. Даља испитивања ових објеката су у току. (A).

Многи астрономи сматрају да се еволуција галаксија завршава настанком црних рупа велике масе. Један од твораца ове хипотезе је и раније помињани енглески астрофизичар Мартин Риз. Детаљи тог процеса се још увек интензивно испитују, тако да резултате које наводимо у наставку треба схватити само као радну хипотезу.

Сматра се да после настанка галаксије долази до формирања језгра у њеном центру. Густина звезда у језгру је тако висока, да су међузвездани судари веома чести. Услед тога, долази до експлозија звезда, али и до формирања тзв. „суперзвезде”. Верује се да суперзвезда претрпи гравитациони колапс када њена маса достигне $10^3 - 10^4$ маса Сунца. На тај начин настаје црна рупа велике масе. Својим јаким гравитационим пољем црна рупа привлачи околни гас и звезде, повећавајући на тај начин своју масу. При томе међузвездани гас емитује електромагнетно зрачење из области X и гама зрака. Према Ризовој хипотези, овај процес пораста масе траје око 10^8 година. У том временском интервалу, суперзвезда може да прерасте у „супермасивну” црну рупу, способну да регулише енергетски биланс квазара или језгара тзв. Сајфертових галаксија.

Установљено је да у нашој галаксији постоји централни објекат пречника око 1 астрономске јединице, који садржи приближно 10^6 звезда и емитује X зраке и релативистичке електроне. Његова физичка природа је неразјашњена, мада постоји хипотеза да је то „ембрион” из кога ће се у будућности развити квазар. (B).

На крају, треба приметити да физика црних рупа претставља област која се веома брзо развија. Резултати које је она постигла, а посебно Хоукингова теорија о зрачењу црних рупа, морали би у будућности да буду потврђени или оповргнути посматрањима. Рад на развијању посматрачких техника, као и даље продубљивање теорије, пружају могућност за рад данашњим и претстојећим генерацијама физичара и астронома.

Владан Челебоновић

Литература:

1. C. W. Misner, K. S. Thorne, J. A. Wheeler: Gravitation, izd. W. H. Freeman, San Francisco, 1973.

2. D. Overbye: Out from Under the Cosmic Censor: Stephen Hawking's Black Holes, Sky and Telescope, Vol. 54, No. 2, August 1977.

3. N. A. Porter and T. C. Weekes: A Search for Exploding Black Holes, Sky and Telescope, Vol. 55, No. 2, February 1978.

4. D. Overbye: Einstein at the Royal Society, Sky and Telescope, Vol. 46, No, 4, October 1978.

5. J. Б. Зељдович и И. Г. Новиков: Црне рупе у Васиони, „Васиона”, број 3, година XXI, 1973 године.

6. И. С. Шкловский: Звезды, их рождение жизнь и смерт, (Изд. Второе) Наука, Москва, 1977,

A) Friedman H., and Wood K. S.: X-ray astronomy with HEAO-1, Sky and Telescope, Vol. 56. No. 6, December 1978, p. 492.

B) Collin – Souffrin, S.: Les quasars, L'Astronomie, Vol. 92, p. 504, Decembre 1978.

СТРУЧНИ ПРИЛОЗИ

MOGUĆI HONDRIT ROMANOVCI

OTKRIĆE

Objekt za koji smatram da je meteorit je pronađen 25. 7. 1978. god., sasvim slučajno, prilikom skupljanja slame na njivi. Njiva pripada Milošu Deviću iz Romanovaca, opština Bosanska Gradiška. Ova njiva je u Lijevču, u ravnici, na kraju sela Romanovci i u neposrednoj blizini sela Vilusi. Od njive, romanovačke kose Kozare su južno na daljini oko 1500 m, a škola u Vilusima je daleko oko 1000 m severozapadno. Geografske koordinate mesta na kome je meteorit nađen određene su pomoću specijalne karte, a iznose: širina 44°59',5 N, dužina 17°15',5 E ($1^h\ 9^m$ E). Kamen je bio na površini tla, sav ulepljen humusom. To znači da je oranjem prethodne jeseni, plugom izbačen na površinu. Prema tome, ne zna se kad je pao. Velika je sreća što se tog dana, na tome mestu, zatekao moj prijatelj Rade Popović, profesor istorijskih nauka. Izgled i težina kamena su privukli njegovu pažnju, pomislio je da bi mogao biti meteorit, uzeo ga je i kasnije ga meni predao. Time, sva zasluga za otkriće pripada njemu. Mogući meteorit se sada nalazi kod autora ovog članka.

FIZIČKI IZGLED

Pranjem u tekućoj vodi i pažljivim čišćenjem, potpuno je odstranjena zemlja od kamena. Oblik, boja, tekstura, regmaglipti i golim okom vidljivi hondri, su potvrđivali da mi se u rukama verovatno nalazi meteorit, i to najlepši od svih koje sam do sada video.

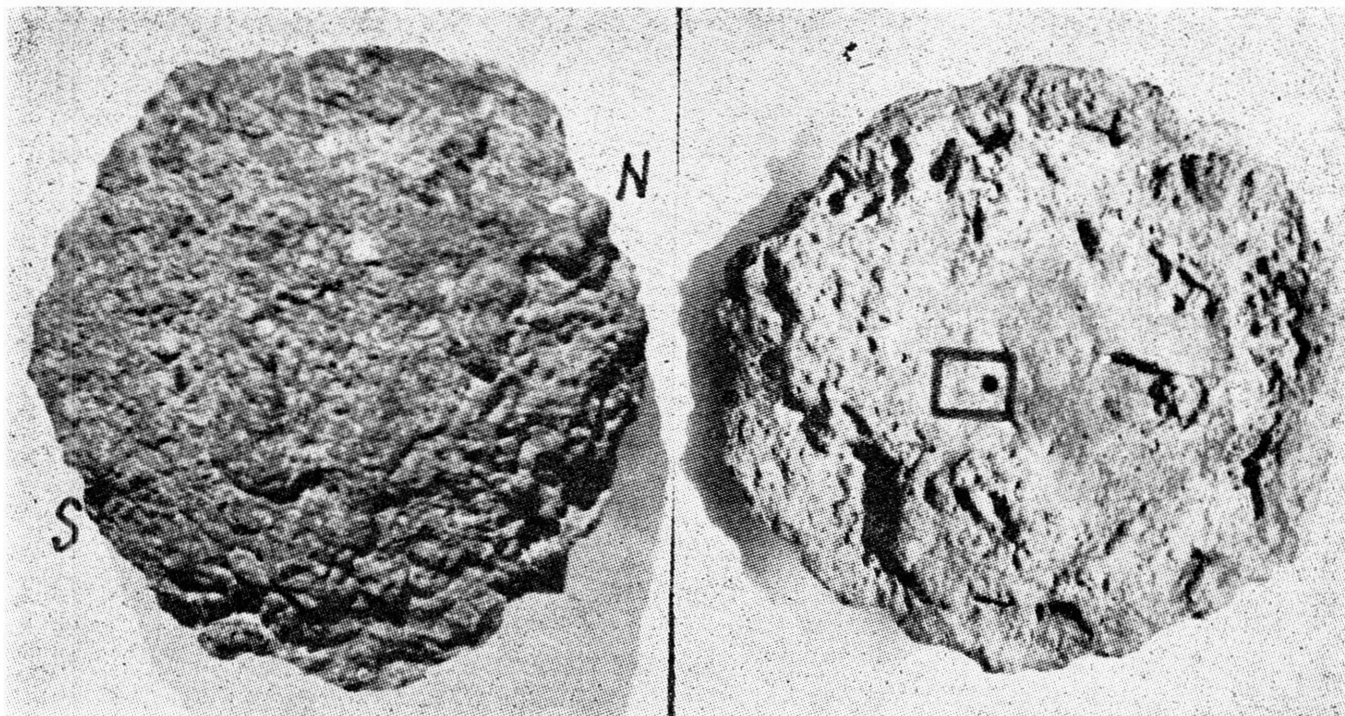
Kamen je diskoidnog oblika, tamnosive boje, a izdalja posmatran liči na oklop manje barske kornjače. Po obodu su uočljiva četiri veća mesta starih lomova. Njihov izgled omogućava da se proceni oblik i veličina komadića kojih više nema, pa se može izvršiti rekonstrukcija prvobitnog oblika meteorita. On je imao oblik sfernog, plan-konveksnog sočiva. Usrednjena linija koja predstavlja rub je elipsa čije su ose 16 cm i 15 cm. Najveća debljina sočiva je oko 4,5 cm.

Na ravnom delu je „venac" prosečne širine 1 cm, a prečnik mu je 10 cm. On ima reljef preloma. Na jednom kraju kruga unutar venca, se ističe „jarak" veličine 3 × 1,5 cm, a dubina mu se povećava od ivice venca ka sredini kamena postepeno od 1 cm, a uskim kanalićem je povezan sa okruglim otvorom koji je približno na sredini ravne površine kamena. Između venca i ruba kamena, svuda okolo, ima otvora raznih širina, dubina i oblika.

Na jednom kraju ispupčene strane dominira plitki reljef gustih regmaglipta.

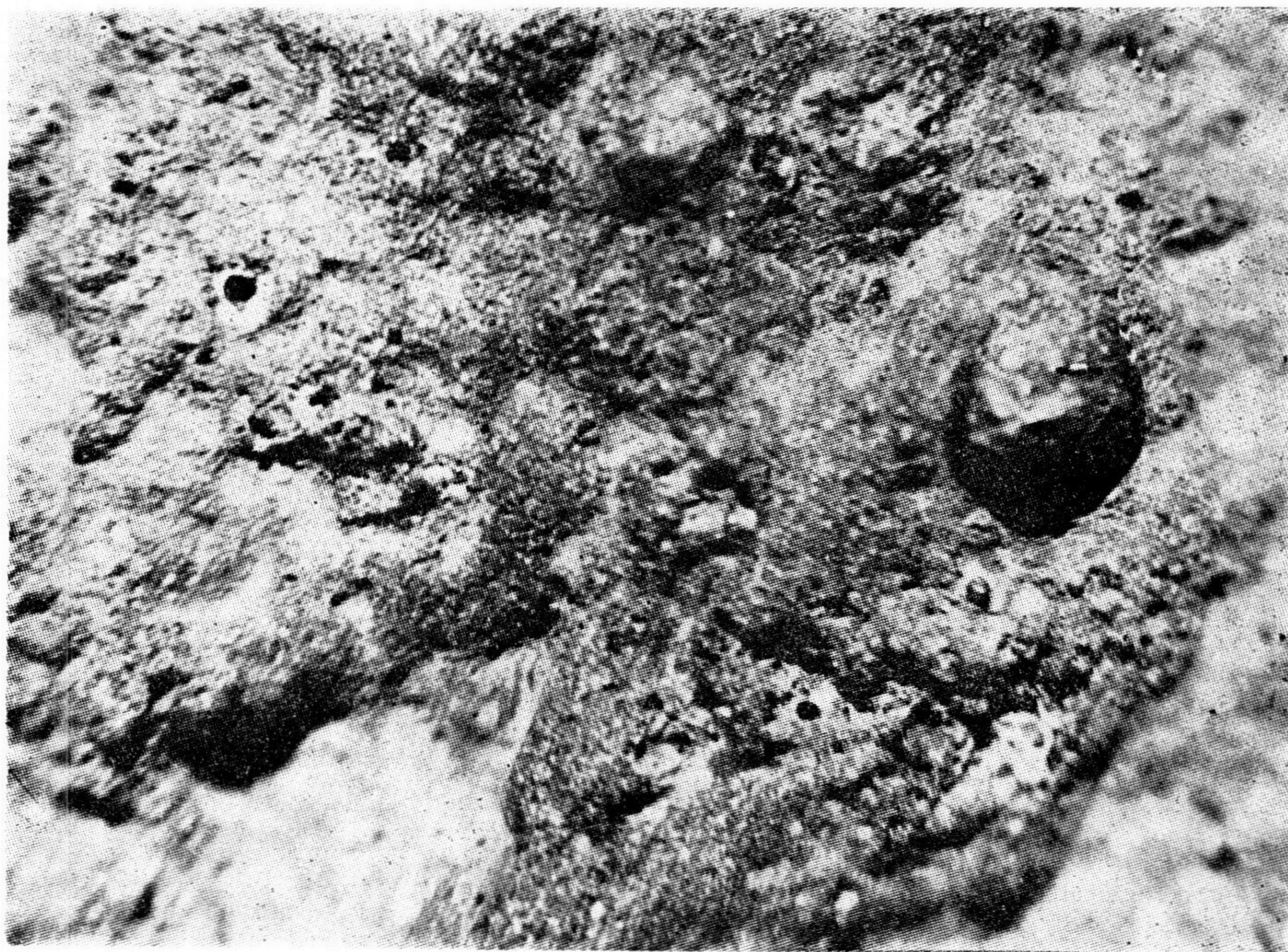
Površina objekta je rapava sa mnoštvom sitnih otvora i sa posvuda rasutim sfernim hondrima nejednake veličine. (Sl. 2). Golim okom se vide hondri prečnika između 1 mm i 3 mm. Vidljivo je i nekoliko okruglih matrica hondra koji su odatle ispali.

Ispupčena površina je tamno-sive boje, na obodu ima i boje rđe, a na dva dijametralna mesta boja rđe nadvladava. Boja rđe se prostire prema vencu, Unutar venca boja je žućkasto-zelena sa puno svetlucavih pegica metalnog sjaja. Svetlucavih površinica ima i na ispupčenom delu. Na ivici venca, površine dva nova loma sijaju se kao emajl.



Sl. 1.
Objekat Romanovci; na slici gore levo vidi se spoljna strana meteorita čiji oblik je sličan menisku, sa označenim polaritetom magnetnih polova; na slici gore desno je unutrašnja strana. Deo označen pravougaonikom vidi se uvećan na slici 2.

Sl. 2.
Površina objekta je hrapava sa mnoštvom sitnih otvora i hondrima nejednake veličine. Dimenzije uvećanog dela prikazanog na ovoj slici u stvarnosti iznose 14 × 20 mm. Udubljenje na desnoj strani ima 3 do 4 mm u prečniku.



OSOBINE I SASTAV

Objekat ima masu 1770 g. Gustina je određena potapanjem u vodu i iznosi 3,78 g cm^{-3}. Ima slabo magnetsko polje sa izraženom bipolarnošću. Polovi se nalaze na rubu kamena na mestima boje rđe (Sl. 1).

Gustina i boja svedoče da se on sastoji najviše od silikata: olivina $(Fe, Mg)_2SiO_4$ i piroksena $(Fe, Mg)\,SiO_3$. Magnetska svojstva potiču od magnetita Fe_3O_4, a boja rđe od hidroksida $Fe(OH)_3$. Metalno sjajne, iskričave mikropločice pripadaju legurama Fe—Ni (tenit i kamasit). Žućkasta boja na ravnoj površi kamena govori o prisustvu troilita FeS. U silikatnoj matrici su utisnuuti kamenčići raznih veličina (jedan od njih je dimenzija 12×5 mm), po formi i boji; to su feldspati. Jedan kamenčić je izraziti belutak SiO_2. Na ispupčenoj strani i rubu ima nekoliko bledosivih kamenčića koji se mogu zaparati noktom, tj. tvrdoća im je 2 po Mohsovoj skali (nije mi poznato koji je mineral).

Na taj način, ovaj objekat predstavlja vrlo složeni aglomerat koji je nastao dugotrajnim procesima.

Uz pomoć lupe sa uvećanjem šest puta, prebrojao sam hondre na površini kamena. Na konveksnoj strani ih ima 31, sa dijametrima: do 1 mm — 20, oko 2 mm — 7 i oko 3 mm — 4. Na ravnoj strani ih je 18, i to: do 1 mm — 12, od 2 mm — 4 i od 3 mm — 2, ali osim ovoga, ovde ima mnogo hondra ispod 1 mm koji su u procesu raspadanja, a sačinjeni su od železa (Fe), odnosno od hidroksida $Fe(OH)_3$. Sa obe strane sam prebrojao 31 plitko, okruglo udubljenje u silikatnoj osnovi, što ukazuje da su tu nekada bili loptasti hondri i da su odatle na neki način (verovatno prilikom pada na Zemlju) ispali.

Detalji se najbolje razaznaju posmatranjem kroz mikroskop pri uvećanju od 50 puta. Tek onda se otkriva sve bogatstvo hondra raznih dimenzija, počevši od onih koji imaju prečnik od 10^{-2} mm. Svi posmatrani hondri su skoro savršene lopte, ali je njihov sastav različit: jedni su silikatni, a drugi železni. Kada se crni silikatni hondr od blizu 3 mm, koji se nalazi na ispupčenoj strani, blizu ruba kamena, posmatra kroz mikroskop, vidi se grozd kristala olivina, tako da su zrnca kristala slepljena staklom.

Posebna interesantnost jesu duborezni ornamenti u opisanom jarku. Kada sam prvi put sagledao ove reljefne šare, pomislio sam da su u pitanju Widmanstetten-ove figure. To me je navelo da jarak malo očistim od naslage. Naime, jarak je na svom početku zapunjen železnim oksidima i hidroksidom, sa nekoliko gusto zbijenih železnih hondra. Oštricom odvrtka sam pažljivo skinuo polovinu tog sloja, te tako povećao vidljivu površinu dna jarka. Na taj način mogao sam da posmatram površinu koja je bila zaštićena od direktnih vanjskih uticaja. Posmatranja sam vršio mikroskopom. Šare su načinjene od relativno tankih vlakana, koja su na nejednakim dužinama isprekidana. Između ovih dugačkih vlakana su brazde, te vlakna liče na grebene. Vlaknasti grebeni omeđuju nekoliko dubljih kanjona i depresija u obliku trostrane pravougle piramide. Međutim, i u neposrednoj okolini jarka postoji sličan reljef, samo što su vlakna kratka, isprekidana, a brazde pliće, pa to sve asocira na tek izorano polje. Došao sam do zaključka da su u pitanju kristali piroksena, jer pripadaju osnovnoj silikatnoj komponenti kamena, tamno-zeleno-sive su boje, a oblik sam im komparirao sa fotografijom piroksenovih kristala koju objavljuje J. A. Wood. U drugom kraju jarka sijaju široke metalne pločice. Na tako malom kamenu — toliko mnogo detalja!

Letom kroz Zemljinu atmosferu, meteorit se veoma zagreva, pa minerali mogu promeniti svoju primarnu boju. Tako su, npr. zelene boje silikata možda prešle u sive raznih nijansi. Bolje su sačuvane na ovom objektu boje kamenčića feldspata i belutka na ravnoj strani handrita. Te okolnosti otežavaju identifikaciju minerala.

Da bi se utvrdio tačan sastav i mesto u klasifikacionom sistemu hondrita, potrebno je da se izvrši precizna diferencijalna mineraloška i hemijska analiza, a koje ja nisam u stanju

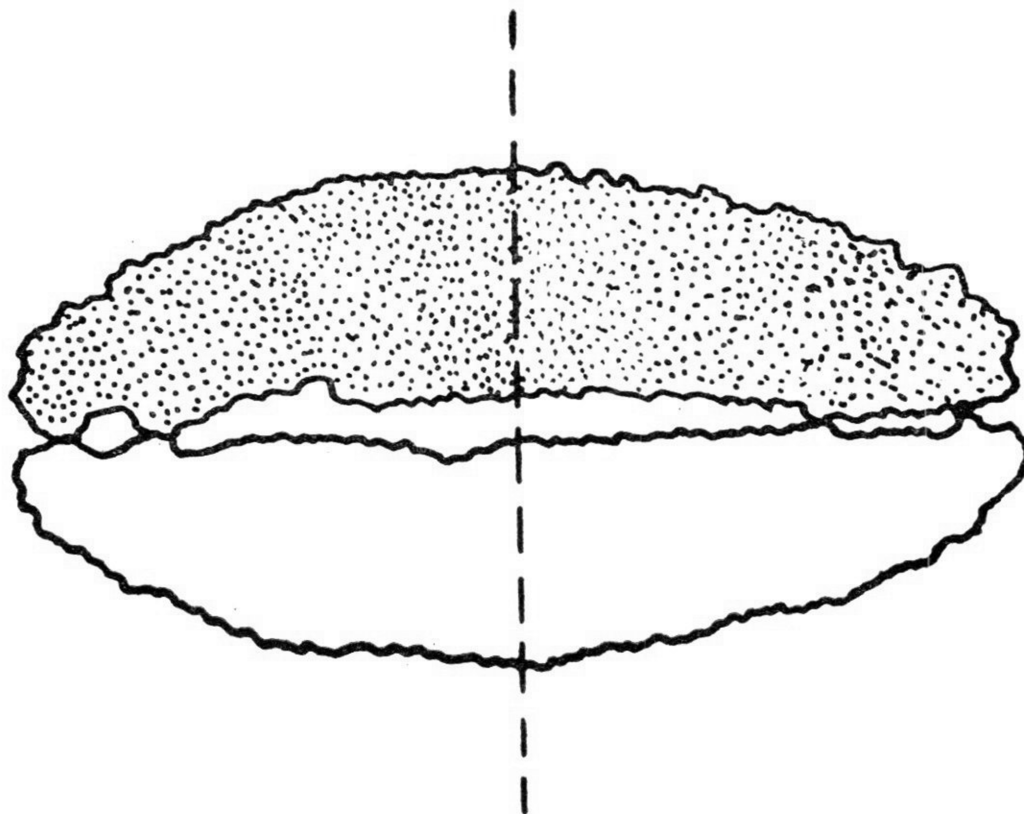
da izvedem. Npr., važno je da se znaju odnosi elementarnog železa i ukupnog železa, te ukupnog železa i silicijuma.

NEKE PRETPOSTAVKE

Usled nedostatka potrebnih podataka, koji bi se dobili odgovarajućim analizama, nije moguće klasificirati ovaj hondrit. Ipak je moguće doći do izvesnih zaključaka, kao npr. u pogledu stepena metamorfoze. Poznato je da hondriti tipa 3 i dalje, sadrže kristale kamasita i tenita. S druge strane, magnetit sadrže hondriti tipa od 1 do 3, tj. oni koji su nemetamorfizovani. Pošto ovaj sadrži istovremeno kako kristale kamasita i tenita, tako i magnetit, to bi se moglo smatrati da je ovaj kamen u stadijumu metamorfoze koji se označava kao tip 3 (J. A. Wood). Pored toga, ako se na osnovi gustine i ukupnog izgleda može prihvatiti da silicijum nadvladava celokupno železo, a da ovo nadvladava metalno železo, onda bi pripadao klasi L. Na osnovu toga, hondrit verovatno pripada grupi L 3.

Drugo razmatranje se odnosi na njegov stvarni primarni izgled i poreklo.

Postoje velike razlike u mnogo čemu između ispupčene i ravne strane: (1) sam oblik tih strana, (2) ispupčena strana je rapava i siva, a ravna je glatkija i zelenkasta, (3) na ravnoj strani se nalazi kružni venac, neprirodnog reljefa, kao da je nastao nasilnim kidanjem



Sl. 3.

Presek hipotetičnog dvojnog sistema sa verovatnim položajem ose rotacije.

meteorita od nekog drugog tela. To bi moglo značiti da se ravna strana nekada nalazila u sredini objekta, pa nije pretrpela tolika zagrevanja kao ispupčena strana, što je uticalo da se silikatne boje bolje sačuvaju. Osim toga, unutrašnjost venca je nešto ulegnutija, a veliki otvori pripadaju ravnoj strani.

Kada se sve odlike međusobno povežu, može se stvoriti hipotetični model tela koje je uletelo u Zemljinu atmosferu. To bi telo trebalo da izgleda kao dvostruko ispupčeno sočivo, ili pravi diskos. Drugim rečima, nađeni kamen bi mogao biti polovina prvobitnog

tela. Ta dva konstituenta su bila spojena vencem i rubom, a između njih, u šupljinama, se nalazio deponovan gas. Presek hipotetičkog sistema je prikazan crtežom (sl. 3.) Centar mase postojećeg komada je tačno na glavnoj osi, a nalazio bi se u sredini diskosa pod uslovom da i zamišljeni, drugi komad, ima isti oblik i masu. Odavde i sledi zaključak da se početno telo sastojalo iz dva komada koja su približno iste mase, približno iste veličine i približno istog oblika. Forma tog sistema se može objasniti njegovom rotacijom oko slobodne ose za koju sistem ima najveću vrednost momenta inercije. Ta osa prolazi kroz temena diskosa (na crtežu je prikazana isprekidanom linijom). Povremeno telo je bilo i u tečnoj fazi, zahvaljujući kojoj se ostvarivala ravnoteža mase u odnosu na osu rotacije.

Padanjem kroz vazduh, meteorsko telo bi se zagrejavalo, rastao bi pritisak zarobljenih gasova i para, što bi konačno uzrokovalo kidanje i odvajanje ova dva tela, ili pred sam pad na tle Zemlje, ili neposredno pri udaru u Zemlju.

Ovaj model će imati jedan ozbiljan argument za potvrdu, ako se u blizini istog mesta na zemljištu pronađe hipotetični dvojnik.

U literaturi opisivane eksplozije bolida verovatno nastaju sličnim mehanizmom delovanja velikih količina gasova u njima. U ovom slučaju, eksplozija nije bila toliko snažna da razdrobi na sitne delove čitav meteorit, ali je uspela da ga rascepi na dva dela.

Na kraju, oblik primarnog tela, njegova rotacija i njegova aglomeratska struktura, navode nas na zaključak da je ovaj objekat možda nekada davno bio jezgro male komete, koja se možda i pre mnogo hiljada godina raspala. Uostalom, mineralaški sastav i struktura se mogu objasniti procesima koji uključuju periodična zagrejavanja tela. Ovakva zagrejavanja se događaju kada kometa prolazi kroz perihel, ali i sudarima sa drugim česticama. Osim toga, komete malih masa se veoma brzo raspadaju i, takođe, lako menjaju orbitu. Jezgro komete je postalo jezgrom siromašnog meteorskog potoka oko Sunca. Jednom se možda dogodilo da ga Zemlja zahvati svojim gravitacionim poljem i ono se srušilo na nju. Ovim aktom je prestalo da bude samostalno vasionsko telo, a istovremeno je postalo umireni meteorit.

U uslovima u kojima je ispitivanje obavljeno došlo se do zaključka da je navedeni kamen meteorit; radi konačne ocene prirode tog kamena bilo bi potrebno izvršiti kompletne analize. Zainteresovani istraživači mogu se obratiti autoru preko pomoćnika urednika „Vasione".

Borivoje Jovanović

REFERENCE:

1) JOHN A. WOOD: Meteorites and the origin of planets, 1968 (izdanje na ruskom jeziku, „Mir", Moskva, 1971).

2) P. I. BAKULIN, red.: Astronomičeskij kalendar, postojana a čast, „Nauka", Moskva, 1973.

POSSIBLE METEORITE ROMANOVCI

SUMMARY

The possible meteorite was found by accident on July 25, 1978 on a field at village Romanovci near Bosanska Gradiška. It was pasted all over with humus. That is to say it was thrown out on the earth surface when the field was ploughed. We don't know when it has fallen. Geographic coordinates of the place where the possible meteorite was found are determined by a special map. They are: $\varphi = 44°59'.5$ N, $\lambda = 17°15'.5$ E ($1^h\,9^m$ E).

The object has got a shape of a discus, that is of a plan-convex lens. Its diameter is about 15.5 cm. The convex side is gray colour, the plane side greenly gray. The both sides differ in relief and in texture. On the plane side ther is a circular wreath — diameter 10 cm — which outward appearance shows that the proposed meteorite was separated from

another body. In the composition there is an explanation to be found, according to which another part of the meteorite should be entirely similar to those we have. The primary meteorite should have had the shape of a biconvex discus.

Mass of the found out component is 1770 g, while the density is 3.78 g cm^{-3}. It has got a weak magnetic field. It is clearly bipolar. Magnetic poles are on the stone rim.

The object consists of: olivine, pyroxene, magnetite, fieldspate, tenite, camassite, troilite and infrequent quartz pieces.

The stone is rich in chondrules. They have spherical form, diameter 10^{-2} mm or 3 mm. Specially are discribed carved ornaments made of pyroxene crystals placed in a trench on the plane side of the meteorite.

No precise differential mineralogical and chemical analysis has been done. On the basis of one model the chondrite is supposed to be the type L 3 according to the classification of J. A. Wood (Meteorites and the origin of planets, 1968, McGraw — Hill book company, Russian translation, Moscow, 1971). Final clasification of this stone will be possible only after complete analysis.

OSNOVI ASTROFOTOGRAFIJE (II)

U prvom delu članka videli smo kako pojedini parametri utiču na rezultat snimanja. Pogledajmo sada kako izgledaju obrasci koji uzimaju istovremeno sve te uticaje u obzir. Mislićemo pri tom na Sunce, Mesec i planete. Snimanju zvezda i zvezdolikih objekata posvetićemo poseban odeljak.

Za snimanje detalja na Suncu i Mesecu teleskop-kamera treba da ima žižnu daljinu najmanje 1 m i prečnik objektiva najmanje 75 mm. Za snimanje planeta žižne daljine treba da iznose bar 10 m. O povećanju žižne daljine teleskopa biće govora kasnije.

SNIMANJE SUNCA

U amaterskoj praksi Sunce se često snima tako što se fotografiše ekran na kome se projektuje lik Sunca. O takvom snimanju ovde neće biti reč, već samo o direktnom snimanju kroz teleskop. U ovom slučaju treba posebno voditi računa o zaštiti oka kod izoštravanja. (Videti prvi deo članka.) Amaterska snimanja daju položaje pega i fakula i mogu biti korisna kod proučavanja sunčeve aktivnosti. Vratimo se izvođenju obrasca za vreme osvetljavanja.

Obično se osvetljenost izražava u luksima (lx), a vreme osvetljavanja u sekundama (s). Sunce je izvor svetlosti. Sjaj Sunca u zenitu mesta, van Zemljine atmosfere, iznosi $B_0 = 202\,000$ stilba (sb). Osvetljenost E_0 u istim uslovima određena je sa

$$E_0 = B_0 \, d\,\omega$$

gde je B_0 izraženo u stilbima, a prostorni ugao $d\,\omega$ pod kojim se vidi Sunce u steradijanima (sr). Prostorni ugao može se izraziti preko poluprečnika tela R i udaljenosti od posmatrača Δ izrazom

$$d\,\omega = \pi\,(R/\Delta)^2$$

a isto tako preko ugaonog poluprečnika tela kao

$$d\,\omega = \pi\,(k\,\Omega)^2.$$

Ovde je k konstanta kojom se prevode ugaone jedinice u radijane. Ako se Ω izrazi u lučnim minutama $k = 0{,}00029$.

Tabela 3

Faktor produženja ekspozicije Sunca usled efekta zacrnjenja krajeva

centralno rastojanje		faktor produženja b (Θ)
u delovima radijusa	centralni ugao Θ(°)	
0,00	0	1,000
0,17	10	1,009
0,34	20	1,035
0,50	30	1,081
0,64	40	1,151
0,77	50	1,250
0,87	60	1,389
0,94	70	1,582
0,98	80	1,862
0,996	85	2,046
1,000	90	2,273

Iz ovih i ranije navedenih obrazaca sledi izraz za vreme osvetljavanja u sekundama, kao funkciju instrumentalnih i posmatračkih uslova kod snimanja Sunca

$$t^p = \frac{10\,\Delta^2\,(F/D)^2\,a\,(z)}{S\,\tau\,B_0\,(3438/2\,\Omega)^2\,\pi\,(0.00029\,\Omega)^2}.$$

Ako usvojimo p = 1 i uvrstimo brojne vrednosti biće

$$t = \frac{(F/D)^2\,\Delta^2\,a\,(z)}{16\,580\,S}.$$

Ovde je Δ-rastojanje Zemlja—Sunce izraženo u astronomskim jedinicama, S-osvetljivost filma u jedinicama GOST, t-vreme osvetljavanja u sekundama. Uzmu li se u obzir gubici u optici (k_o, k_p) i filtru (k_f) desnu stranu jednačine treba pomnožiti i sa ovim faktorima.

Tabela 4

Geometrijski albedo Meseca i planeta

Objekat	Albedo	
	nesenzibilizovana	panhromatska emulzija
Mesec	0,09	0,12
Merkur	0,08	0,10
Venera	0,49	0,59
Mars	0,08	0,15
Jupiter	0,37	0,44
Saturn	0,32	0,46
Uran	0,60	0,56
Neptun	0,62	0,51

Kod snimanja fakula ili pega blizu limba može se obračunati uticaj efekta „zatamnjenja krajeva". U tom slučaju prethodnu jednačinu treba s desne strane pomnožiti i faktorom produženja ekspozicije usled efekta krajeva

$$b(\Theta) = 1/(0{,}44 + 0{,}56 \cos \Theta)$$

u kome je Θ centralni ugao (iz centra Sunca) između pravca ka posmatraču i pravca ka posmatranom detalju. Vrednosti $b(\Theta)$ date su u Tabeli 3. Kako se Δ menja u toku godine samo za $\pm 1\%$ dovoljno je uzeti $\Delta^2 = 1$:

$$t = \frac{(F/D)^2 \, a(z)}{16\,580 \, S}.$$

SNIMANJE MESECA I PLANETA

Sjaj Meseca i planeta određen je sjajem Sunca na rastojanju Δ_O planete-Meseca od Sunca, izraženom u astronomskim jedinicama, i geometrijskom albedom A planete i Meseca. Prema tome, osvetljenost će iznositi

$$E_0 = A\,(B_0/\Delta_O{}^2)\,(k\,\Omega)^2\,\pi.$$

Vrednosti geometrijskog albeda za Mesec i planete date su u tabeli 4.

Ovaj izraz za osvetljenost važi kada se Mesec (planeta) nalazi u opoziciji. U opštem slučaju, kada je fazni ugao (planete) Meseca jednak ψ, gornji izraz treba pomnožiti sa funkcijom faze $q(\psi)$. Funkcija faze $q(\psi)$, ili fazni korektor, određena je faznim uglom. Fazni ugao ψ je ugao sa temenom u centru planete, između pravca ka Suncu i pravca ka Zemlji, tj. posmatraču. Ovaj ugao određen je rastojanjima planeta—Sunce (Δ_O), planeta—Zemlja (Δ_z) i Zemlja—Sunce (Δ).

$$\cos \psi = \frac{\Delta_z{}^2 + \Delta_O{}^2 - \Delta^2}{2\,\Delta_z\,\Delta_O}$$

Obično se funkcija faze izražava kao deo vidljive polusfere u opoziciji.

Mesec, Venera i Merkur mogu se videti pod faznim uglom od 0° do 360° .Za Mars je najveći fazni ugao 48°, za Jupiter 11°. Za Saturn i dalje planete vrednost je još manja pa je praktično $q(\psi) = 1$. U Tabeli 5 date su vrednosti faznog ugla ψ, odnosno faze Φ i njima odgovarajuće vrednosti fazne funkcije.

Prema formulama navedenim ranije, vreme osvetljavanja u sekundama za Mesec i planete dobija se iz izraza

$$t = \frac{10\,\Delta_O{}^2\,(F/D)^2\,a(z)}{S\,\tau\,B_0\,A\,(3438/2\,\Omega)^2\,\pi\,(k\,\Omega)^2\,q(\psi)}$$

Uvrštavanjem brojnih vrednosti dobija se

$$t = \frac{(F/D)^2\,\Delta_O{}^2\,a(z)}{16\,580\,SA\,q(\psi)}.$$

Ovde je Δ_O — rastojanje planete od Sunca (aj), A — geometrijski albedo, S — osetljivost filma u jedinicama GOST. Vrednosti $a(z)$ i $q(\psi)$ uzimaju se iz tabela. Ukoliko se koristi filter ili uzimaju u obzir gubici u teleskopu, desnu stranu jednačine treba pomnožiti sa $k_p\,(k_0)$ i k_f.

Zenitska daljina z može se proceniti ili izračunati za unapred izabrani trenutak snimanja iz jednačine

$$\cos z = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos H$$

u kojoj je φ — geografska širina mesta posmatranja, δ — deklinacija objekta koji se snima i H časovni ugao objekta u trenutku snimanja. Časovni ugao može se približno izračunati pomoću izraza

$$H = TU + S_0 - \alpha - \lambda$$

u kome je $TU = SEV - 1^h$ svetsko vreme trenutka snimanja izraženo preko srednjeevropskog vremena, S_0 — zvezdano vreme u Griniču u prethodnu ponoć, α — rektascenzija objekta snimanja, λ — geografska dužina mesta posmatranja. Kod snimanja Sunca izraz je nešto prostiji

$$H = TU - (12^h + \eta) - \lambda$$

η — je vremensko izjednačenje. Vrednosti za α, δ, η, S_0 uzimaju se iz godišnjaka, dok se φ, λ mogu očitati sa bolje geografske karte.

Tabela 5
Vrednosti funkcije faze q (ψ)

Fazni ugao ψ	Povš. faza Φ	funkcija faze q (ψ)		
		Mesec Mars Merkur	Venera	Jupiter Saturn Uran
0°	1,000	1,000	1,000	1,000
10	0,992	0,774	0,878	0,858
20	0,970	0,595	0,770	0,750
30	0,933	0,460	0,662	—
40	0,883	0,353	0,581	
50	0,821	0,274	0,486	
60	0,750	0,211	0,432	
70	0,671	0,159	0,351	
80	0,587	0,115	0,304	
90	0,500	0,080	0,250	
100	0,413	0,057	0,209	
110	0,329	0,039	0,176	
120	0,250	0,026	0,142	
130	0,179	0,106	0,108	
140	0,117	0,008	0,084	
150	0,067	0,004	0,068	
160	—	—	0,041	
170	—	—	0,027	

SNIMANJE POMRAČENJA I PROLAZA

Fotografisanje pomračenja Sunca i Meseca vrši se u cilju određivanja posmatranih elemenata pomračenja za dato mesto. U tu svrhu načini se niz snimaka u pravilnim vremenskim razmacima.

Za snimanje faza pomračenja Sunca koriste se isti instrument, fotomaterijal i ekspozicija kao za obična snimanja Sunca. U toku snimanja treba koristiti isto vreme osvetljavanja i isti film. Ako je teleskop ekvatorijalne montaže i kućište kamere ima fiksiran položaj prema teleskopu, sa ovakvih snimaka i poznatih trenutaka snimanja mogu se izračunati najveća faza pomračenja, položajni uglovi i trenuci dodira i trenutak najveće faze. (Videti spisak literature na kraju članka).

Ukoliko je teleskop-kamera žižne daljine 40 do 100 cm horizontske montaže i fiksiran, mogu se na isti kadar snimiti dva-tri snimka. U tom slučaju mogu se odrediti položajni uglovi i tetive u svakom trenutku snimanja. Ovo je korisno za one amatere koji nemaju ekvatorski montiran teleskop.

Podesno fiksirana kamera žižne daljine oko 20 cm može poslužiti za snimanje celog toka pomračenja na jednu ploču. Snima se u pravilnim vremenskim razmacima od 2 do 5 minuta, na film niske osetljivosti.

Za fotografisanje faza pomračenja Meseca koristi se ista ekspozicija, fotomaterijal i teleskop kao za snimanje punog Meseca. Da bi se jasnije dobila granica senke, koja nije jasno uočljiva kao kod pomračenja Sunca, film se može preeksponirati.

Potpuno pomračenje Meseca i pomračenje za koje je faza veća od 0,8 može se fotografisati i na kolor film, u trenutku najveće faze, u cilju davanja ocene pomračenja u Danžonovoj skali.

Prolazi Merkura i Venere snimaju se na isti način kao i Sunce, istim teleskopom-kamerom, na isti film i uz isto vreme osvetljavanja. Kamera mora imati žižnu daljinu najmanje 1 m, kako bi se mogao uočiti Merkur na disku Sunca, jer je njegov ugaoni prečnik oko 200 puta manji nego Sunčev.

Sateliti planeta snimaju se amaterskim teleskopima na isti način kao i zvezde. O snimanju zvezda biće govora kasnije.

ZADACI:

1. Izračunati zenitsku daljinu daljinu i faktor produženja ekspozicije usled atmosferske apsorpcije za:

a) Sunce, 4. VII 1978. g. u 9 h 30 m SEV, u Beogradu,

b) Veneru, 29. VIII 1978. g. u 18 h 15 m SEV, u Zagrebu,

c) Jupiter, 18. XII 1978. g. u 22 h 30 m SEV, u Ljubljani.

Rešenje: Koristimo obrasce

$$\cos z = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos H$$

$H = TU - \lambda - (12\,h + \eta)$ za Sunce; $H = TU - \lambda + S_0 - \alpha$, za planete.

a) Za Beograd $\varphi = 44°49'$, $-\lambda = 1$ h 22 m, TU = SEV − 1 h = 8,5 h.

Iz Vasione 3—4/77 na str. 107 nalazimo u drugoj koloni za traženi trenutak $T = 12\,h + \eta = 12$ h 04 m 18 s = 12,0717 h i $\delta = 22°07'$. Ove vrednosti uvrstimo u izraz za H

$H = 8{,}5\,h + 1{,}3667\,h - 12{,}0717\,h = -2{,}2051\,h = -33°{,}0765.$

Dalje sledi $\cos z = 0{,}8160$ i $z = 35°{,}3$. Za nesenzibiliziranu emulziju (Mikrofilm) u tabeli 2 nalazimo $a(z) = 1{,}087$.

b) Za Zagreb $\varphi = 45°49'$, $-\lambda = 1$ h 04 m. TU = 17,25 h. Iz istog broja Vasione na str. 102—3 za Veneru u datom trenutku nalazimo $\alpha = 12$ h 52 m, $\delta = -7°26'$ i $S_0 = 22$ h 27 m 23 s. Za H dobija se

$H = 17{,}25\,h + 1{,}0667\,h + 22{,}4564\,h - 12{,}8667\,h = 3{,}9064\,h = 58°{,}5960$

što daje cos z = 0,2673 i z = 74°,5. Za panhromatsku emulziju (KB 21) nalazimo a (z) = 1,630.

c) za Ljubljanu $\varphi = 46°03'$, $-\lambda = 0$ h 58 m, TU = 21,5 h. Na str. 106 Vasione 3—4/77 nalazimo za navedeni trenutak α = 8 h 42,6 m, $\delta = +18°45'$ i S_0 = 5 h 45 m 01 s. Sledi H = 19,5070 h = 292°,605 = — 67°,395 i dalje cos z = 0,4840, z = 61°,1. Za pahromatski film a (z) = 1,224.

2. Izračunati vreme osvetljavanja Sunca u primarnom fokusu refraktora 100/2000 mm 4. VII 1978. u 9 h 30 m SEV, uz upotrebu filtra za koji je k_f = 3,5 i Mikrofilm-a.

Rešenje: Osnovna formula je

$$t = \frac{(F/D)^2 \, a\,(z)}{16\,580 \cdot S}$$

Uvrštavanjem a (z) = 1,087 (zadatak 1.a), F/D = 20, S = 8 dobija se t_2 = 1/305 s. Uzimanjem u obzir gubitaka u teleskopu (k_p = 1,25) i filtru (k_f = 3,5) dobija se t_2 = = 1/70 s. Ako je pega na Θ = 70°, b (Θ) = 1,582 i t_3 = 1/45 s. U praksi treba uzeti najbližu vrednost kojom se raspolaže.

3. Odrediti vreme osvetljavanja Venere u uslovima iz primera 1.b ako se koristi film KB21 a Fe/D = 41 253/110.

Rešenje: Koristi se obrazac

$$t = \frac{(Fe/D)^2 \, \Delta_{\odot}^2 \, a(z)}{16580 \; S \; A \; q\,(\psi)}$$

Iz zadatka 1.b ima se a (z) = 1,630. U tabeli 1 nalazimo S = 110, u tabeli 4 A = 0,59. Na str. 102—3 Vasione 3—4/77 nalazimo $\Delta_{\odot}$ = 0,728, Δ_z = 0,675 i na str. 107, za Sunce, Δ = 1,010. Fazni ugao ψ izračuna se iz obrasca

$$\cos \psi = \frac{\Delta_z^2 + \Delta_{\odot}^2 - \Delta^2}{2 \cdot \Delta_z \cdot \Delta_{\odot}}$$

i iznosi ψ = 91,5°. Iz tabele 5 dobija se q(ψ) = 0,246. Bez uzimanja u obzir gubitaka u teleskopu i filtru biće t = 0,55 s. Uzevši k_0 = 1,55 bez filtra t = 0,85 s.

4. Odrediti vreme osvetljenja Jupitera u uslovima iz zadatak 1. c ako je Fe/D = 25 154/110 mm, ako se koriste filmovi DK5, FP4 i NP27. Rešenje: Iz Vasione 3—4/77 na str. 106—7 nalazimo Δ_z = 4,487, Δ_0 = 5,264 i Δ = 0,984 što daje ψ = 7,1°. Sledi iz tabele 5 q (ψ) = 0,899. Iz primera 1.c ima se a(z) = 1,224. Iz tabela 1 i 6 za DK5 vidimo da je S_2 = 11, za FP4 S_2 = 140 i za NP27 S_3 = 435. Za Jupiter A = 0,44 ako je film panhromatski. Kako je Fe/D = 25 154/110 i k_0 = 1,55 sledi t_2 = 38,1 s. Za FP4 uz iste ostale uslove t_2 = 3,0 s, a za NP27 t_3 = 1,0 s.

5. Izračunati vreme osvetljavanja Meseca u primarnom fokusu refraktora 100/2000 mm, u Beogradu, za vreme pomračenja 16. IX 1978. u 18 h 21 m i 19 h 25 m SEV, ako se koristi film KB14..

Rešenje: Najpre izračunamo zenitsku daljinu i faktor produženja usled atmosferske apsorpcije. U godišnjaku „Naše Nebo" 1978 (Astron. geofiz. observatorij Ljubljana), na str. 7 nalazimo rektascenziju i deklinaciju Meseca u navedenim trenucima respek-

tivno: α_1 = 22h 34 m, $\delta_1 = -2,°44$ i α_2 = 22h 36,5 m i $\delta_2 = -2,°24$ i zvezdano vreme S_0 = 23,6392 h. Nalazimo (videti zadatak 1) H_1 = 19,7892 h = $-63,°162$, H_2 = 20,8142 h = $-47,°7870$; $z_1 = 73,°14$, $z_2 = 63,°34$. Za KB14 (panhromatski film) $a(z_2)$ = 1,54, $a(z_2)$ = 1,248. U osnovi obrazac za vreme osvetljenja

$$t = \frac{(F/D)^2\, a\,(z)}{16\,580\; S\; A}$$

uvrstimo F/D = 20, S = 22, A = 0,12 pa sledi t_1 = 1/71 s i t_2 = 1/88 s. (Za pun Mesec fazni korektor jednak je jedinici). Ako se uzmu u obzir gubici u objektivu (k_p = = 1,25) vreme osvetljavanja iznosi t_1 = 1/57 s i t_2 = 1/70 s.

Tomić Aleksandar

ПРИЛОЗИ НАСТАВИ АСТРОНОМИЈЕ

УТИЦАЈ АПСОРПЦИЈЕ СВЕТЛОСТИ НА ФОТОМЕТРИЈУ ЗВЕЗДА

Циљ овог чланка је да изнесе основне појмове и релације теорије екстинкције, односно слабљења светлости услед апсорпције у Земљиној атмосфери. Задатак теорије екстинкције је да дâ одговор на следећа питања:

— каква је функционална зависност слабљења светлости у функцији зенитне даљине,
— колико је слабљење светлости објеката који се налазе у зениту?

Сва посматрања космичких објеката обављају се кроз сразмерно дебелу Земљину атмосферу. При проласку светлосног зрака кроз атмосферу мења се његов правац и интензитет. Промена правца назива се рефракција и изучава се у астрометрији. Овде ће бити разматрано само слабљење интензитета светлости услед апсорпције у атмосфери. Слабљење светлости у атмосфери често се назива екстинкција, латински extinctio — гашење.

ЕКСТИНКЦИЈА ПРИ ДАТОЈ ЗЕНИТНОЈ ДАЉИНИ

Сагласно закону Buge-a (XVIII век) слабљење dI интензитета паралелног снопа светлости при проласку дуж елемента пута ds у средини густине ρ пропорционално је упадном интензитету I, густини ρ и елементу пута ds:

$$dI = -\,k\rho I ds \qquad (1)$$

У овој формули k је коефицијент пропорционалности који се назива коефицијент слабљења (апсорпције) светлости, по једном граму материје. Ако се разматра пролаз светлости у стубу попречног пресека 1 cm², тад ће ρds бити маса материје кроз коју

пролази светлост на путу ds. Коефицијент k има јединице cm^2/g. Једначина (1) може се написати и на следећи начин

$$dI/I = k\rho ds$$

Ако k не зависи од s, решење је облика

$$I_z = I^0 \exp\left(-k\int_0^S \rho ds\right) \qquad (2)$$

Доња граница интервала односи се на доњу границу атмосфере, а горња граница на горњу границу атмосфере. Са S је означен укупан пут који прелази светлост у атмосфери. I^0 је интензитет светлости пре уласка у земљину атмосферу. Светлост која долази до објекта који се налази у зениту пролази кроз слој атмосфере нормалан на правац простирања. У том случају елемент пута ds постаје елемент висине атмосфере dh (Сл. 1) Тада једначина (2) има решење

$$I_0 = I^0 \exp\left(-k\int_0^H \rho\, dh\right) \qquad (3)$$

где је H висина атмосфере, I_0 интензитет који прими посматрач од објекта који се налази у зениту. Између (2) и (3) постоји веза

$$I_z = I_0 \exp\left[-k\left(\int_0^S \rho\, ds - \int_0^H \rho\, dh\right)\right] \qquad (4)$$

Физички смисао интеграла $F(0) = \int_0^H \rho\, dh$ је следећи: то је ваздушна маса изнад посматрача, у правцу зенита. Смисао $F(z) = \int_0^S \rho\, ds$: то је ваздушна маса дуж пута светлости од светлосног извора на зенитној даљини z до посматрача. Са Сл. 1 види се да је $ds = dh \sec z$, тако да је

$$F(z) = \int_0^S \rho\, ds = \int_0^H \rho \sec z\, dh = \sec z \int_0^H \rho\, dh.$$

Узме ли се сада да је $F(0) = \int_0^H \rho\, dh = 1$, коефицијент k неће се односити на један грам материје већ на ваздушну масу у зениту посматрача. Израз за F (z) тада добија облик

$$F(z) = \sec z.$$

За $z = 0$, $F(z) = F(0) = 1$, као што се и очекивало. Релација (4) биће сада

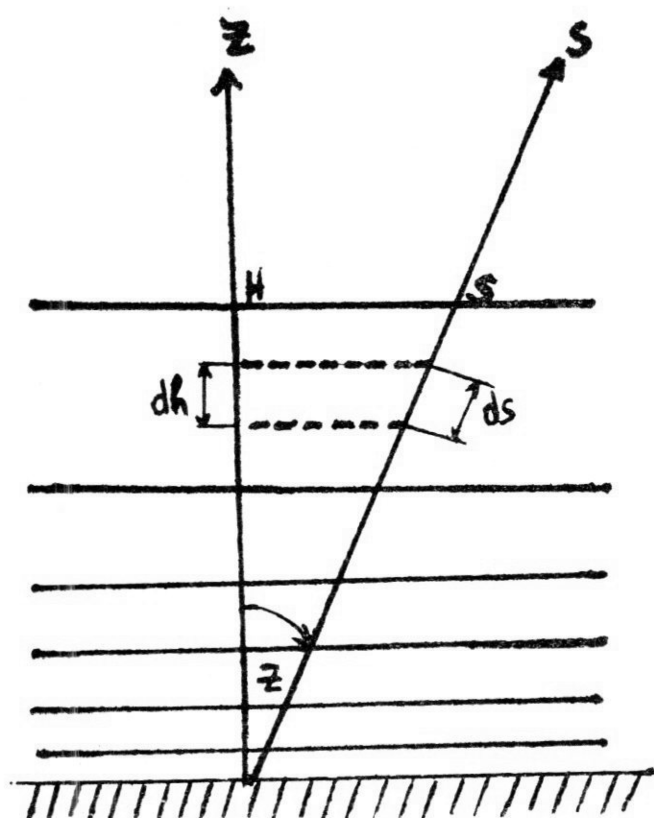
$$I_z = I_0 \exp\left[-k(\sec z - 1)\right]$$

Ако уведемо ознаку

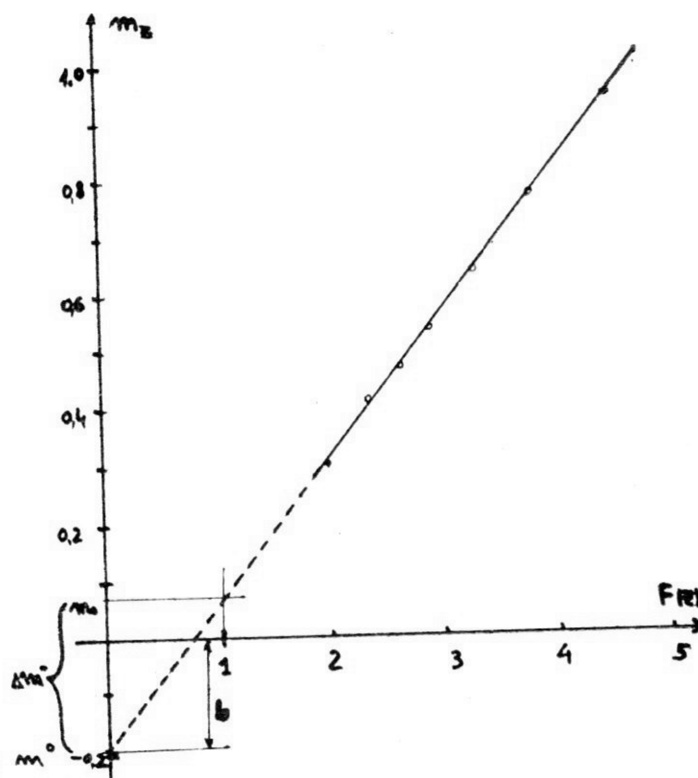
$$\exp\left(-k\int_0^H \rho\, dh\right) = \exp(-k) = p \qquad (5)$$

претходна једначина добија облик

$$I_z/I_0 = p^{(\sec z - 1)}.$$



Сл. 1.



Сл. 2.

Очигледно је да слабљење интензитета светлости доводи и до слабљења осветљености. Ако логаритмујемо и помножимо са — 2,5 горњи израз постаје (сагласно Погсоновом закону)

$$\Delta m = m_z - m_0 = -2{,}5 \log (I_z/I_0) = (\sec z - 1)(-2{,}5 \log p) \qquad (6)$$

Величина Δ m назива се редукција ка зениту. Очигледно да је то величина коју треба одузети од посматране звездане величине m_z да би се добила звездана величина у зениту m_0. С обзиром да је $p < 1$ мора бити $\Delta m > 0$. Величина p дефинисана релацијом (5) назива се коефицијент прозрачности земљине атмосфере. Ако је он познат, позната је и редукција на границу атмосфере Δm^0, која се добија из релација (3) и (5):

$$\Delta m^0 = -2{,}5 \log (I_0/I^0) = -2{,}5 \log p.$$

Ову величину треба одузети од m_0 да би се добила вредност звездане величине светлосног извора ван земљине атмосфере $m^0 = m_0 - \Delta m^0$. Одређивање коефицијента прозрачности p представља важан задатак који се може решити емпиријским путем-посматрањем. Релација (6) даје добре резултате за зенитне даљине од 0^0 до 70^0, уколико не треба тачност боља од $0^m{,}01$.

ОДРЕЂИВАЊЕ КОЕФИЦИЈЕНТА ПРОЗРАЧНОСТИ

Релација (6) даје могућност емпиријског одређивања коефицијента прозрачности p. Наиме, једначина (6) се може трансформисати на следећи начин:

$$m_z - m_0 = (\sec z - 1)(-2{,}5 \log p) = (\sec z - 1)\,\Delta m^0$$

$$m_z = \Delta m^0 \sec z + m_0 - \Delta m^0$$

Упоређујући ову једначину са једначином праве $y = ax + b$, уочава се да је зависност m_z од sec z права са нагибом Δm^0 и одсечком $b = m_0 - \Delta m^0$ на ординати.

Ако је ноћ стабилна, тако да се може узети да је коефицијент p константан у току неколико часова, посматра се фотометријски било која звезда на зенитном растојању $50^0 - 70^0$. Измерене вредности m_z наносе се на ординату графика у функцији вредности sec z. Кроз добијене тачке повлачи се права, која продужена до вредности апсцисе једнаке један даје звездану величину m_0 звезде у зениту, а продужењем до вредности апсцисе једнаке нула даје величину $\Delta m^0 = - 2{,}5 \log p$. (сл. 2)

ЗАКЉУЧАК: Добили смо поправке које треба узети у обзир приликом фотометрисања неког светлосног извора, а које се јављају као последица постојања релативно густе и дебеле земљине атмосфере. Тиме су дати одговори на питања постављена на почетку. Осим тога овде је дефинисан и коефицијент прозрачности и дат емпиријски начин његовог израчунавања и израчунавања споменутих поправки Δm_0 и Δm^0, односно коначно добијање вредности m_0 и m^0.

ДИСКУСИЈА: У општем случају екстинкција светлости зависи и од таласне дужине светлости. Значи да коефицијент апсорпције k зависи од таласне дужине светлости $k = k(\lambda)$. Релација (1) важи само за монохроматски сноп светлости. Слика атмосфере коју смо користили упрошћена је тиме што смо узели да су слојеви паралелни, док смо рефракцију занемарили. У пракси, за $z > 70^0$ треба узети у обзир и закривљеност слојева земљине атмосфере и рефракцију светлости. На таквим зенитним даљинама оптичка својства атмосфере брзо се мењају, па се због тога не препоручују фотометријска посматрања при $z > 70^0$. Горња граница атмосфере није оштра, па се за S и H могу узети само приближе вредности.

ПРИМЕР: Арктур (α Bootis) је фотометријски посматран на различитим зенитским даљинама, при чему су добијене вредности дате у следећој таблици:

z	$60^0{,}0$	$65^0{,}0$	$68^0{,}4$	$70^0{,}0$	$72^0{,}8$	$75^0{,}1$	$77^0{,}4$
F (z)	1,995	2,357	2,700	2,904	3,350	3,840	4,503
m_z	0,30	0,41	0,48	0,54	0,64	0,77	0,94

Одредити привидну звездану величину у зениту m_0, и ван земљине атмосфере m^0, као и коефицијент прозрачности p.

РЕШЕЊЕ: Користећи податке из таблице конструишемо график $m_z = f(\sec z)$ Са графика се очитавају $m_0 = 0{,}07$, $m^0 = - 0{,}19$ и одатле $\Delta m^0 = 0{,}07 - (- 0{,}19) = 0{,}26$. Како је $\Delta m^0 = - 2{,}5 \log p$ одавде следи $p = 0.787$.

ЗАДАТАК: Ванатмосферске привидне величине Веге (α Lyr, α = 18 h 35m, δ = + 38°44') и Алтаира (α Aql, α = 19 h 48 m, δ = + 8°44') у зениту Београда (φ = + 44°48') износе $+ 0{,}^m03$ и $0{,}^m76$. Сматрати да коефицијент прозрачности Земљине атмосфере има вредност $p = 0{,}80$; наћи разлику привидних звезданих величина ових звезда на одговарајућим зенитним даљинама. (Решење: $m_z = - 0{,}^m78$).

Нухи Рамани

ПОСМАТРАЧКИ ПРИЛОЗИ

ПОТПУНО ПОМРАЧЕЊЕ МЕСЕЦА 16. IX 1978.

Потпуно помрачење Месеца од 16. IX 1978. посматрао сам са једног брда у селу Моравци, код Љига ($\lambda = -1$ h 21 m 18 s, $\varphi = +44^0 12'$, h = 300 m), помоћу телескопа 50/500 mm, са увећањем 20 ×, на азимутној монтажи. Циљ посматрања био је да се што тачније уоче тренуци уласка Месеца и његових кратера у Земљину сенку, као и време њихових појављивања — излазака.

У току дана време је било променљиво облачно, да би се у вечерњим часовима незнатно побољшало. То је свакако умањило веродостојност добијених резултата. Месец је примећен први пут у 18 h 05 m СЕВ. (сви подаци дати су у СЕВ-у.) Тада се Месец назирао кроз облаке. Због близине хоризонта био је наранџасто-црвене боје. Око 18 h 24 m Месец је потпуно изашао из облака. Даљи догађаји регистровани су следећим редом:
18 h 25 m Месечев источни руб налази се у сенци. Сам улазак није посматран због облака. У сенци се налазе кратери Ричоли, Грималди, Хевели и Гасенди. 18 h 35 m Кеплер улази у сенку, 18 h 35,7 m Аристарх улази у сенку, 18 h 36,9 m Тихо улази у сенку, 18 h 37,2 m Коперник улази у сенку, 18h 38 m Океан Бура је у сенци, 18 h 50 m планински венац Атлас ушао у сенку, као и Пиколомини, 18 h 51 m Фабрицијус ушао у сенку, 18 h 52,8 m Руђер Бошковић ушао у сенку, 19 h 01 m Платон улази у сенку, 19 h 14 m сенка дотиче источни руб Мора Криза, 19 h 24,9 m Месец потпуно у сенци, 19 h 25 m на помраченом Месецу уочавају се Море Криза и Море Плодности, 19 h 30 m атмосферски услови се поправљају тако да се виде звезде шесте величине као и Млечни Пут, 19 h 40 m на западном рубу види се интензивна светла зона наранџасто-беличаста са благим црвенкастим тоном. Источни руб таман, 19 h 50 m светла зона помера се ка северном рубу диска Месеца, 20 h 14 m северни, источни и западни руб су јако светли, јужни руб једва видљив, 20 h 29 m до 20 h 43 m Месец је заклоњен облацима, 20 h 44 m Месец почиње да излази из сенке, 20 h 54 m Аристарх излази из сенке, 20 h 58 m Кеплер изашао из сенке, 21 h 00 m Платон излази из сенке, 21 h 08 m Коперник излази из сенке све до 21 h 10 m, 21 h 15 m Тихо излази из сенке, 21 h 14 m Руђер Бошковић излази из сенке, 21 h 35 m источни руб Мора Криза појављује се из сенке и сасвим излази у 21 h 42 m, у 21 h 46 m телескопом се види мало затамњење на западном рубу које је оком једва приметљиво, 21 h 48,1 m крај помрачења.

Танасијевић Зоран

POSMATRANJE POTPUNOG POMRAČENJA MESECA 16. IX 1978

Posmatranje sam vršio iz mesta Barič, udaljenog 20 kilometara od Beograda. Koristio sam sledeće instrumente:

1) teleskop reflektor 140/1400 mm, sa uvećanjima 35 i 90 ×,
2) durbin 20 × 50 i
3) dvogled 8 × 30.

Na početku pomračenja je bilo oblačno, ali se Mesec mogao videti. Oblaci su postepeno nestajali, tako da se u vreme maksimalne faze potpuno razvedrilo. Atmosfera je tada bila izvanredno providna, pa su se detalji na Mesečevoj površini odlično videli.

Vršio sam merenje trenutaka kontakata Zemljine senke sa kraterima i nekim durgim detaljima na površini Meseca. Ovo merenje sam vršio na teleskopu 140/1400 i durbinu 20 × 50. Teleskop sam koristio u periodu kada je senka zahvatala veći deo Mesečeve površine, zbog povećanja sjaja.

U periodu totaliteta vršio sam ocenu obojenosti Mesečevog diska, radi kasnijeg lakšeg određivanja tipa pomračenja po Danžonovoj skali. Polusenka je bila žute boje; spoljnji deo senke je imao izvanrednu plavo-zelenkastu boju. Sa približavanjem centru senke boja je prelazila u narandžastu, zatim u svetlo pa u tamno crvenu. Boja je zatim prelazila u sivo, a u oblasti oko centra senke u crno.

Prema Danžonovoj skali ovo pomračenje ocenio sam tipovima 2 i 4. Interesantno je koliko se više zvezda vidi kada nema Meseca: u periodu totaliteta su se lepo videle zvezde sjaja β Equ i 61 Cyg, dok su posle pomračenja krajnje vidljive zvezde bile sjaja δ Cyg.

Vršio sam i fotografisanje toka pomračenja. Koristio sam fotoaparat „Ljubitelj-2", zbog mogućnosti višestrukog eksponiranja jednog negativa. Koristio sam Orwo 20, razvijač FR-5. Ekspozicija je iznosila tokom totaliteta 30, a tokom delimičnog pomračenja 1/30 sekunde. Eksponiranje sam vršio u razmacima od deset minuta.

Tabela 1

Merenje trenutaka kontakata senke sa kraterima

1 — ulazak u senku		Gassendi	20 01
Menalaus	17 55 TU	Platon	20 02,5
Plinius	18 00	Copernicus	20 05
Platon	18 03	Archimedes	20 08
Petavius	18 05	Eudox	20 15
Eudox	18 07	Tycho	20 16
Aristoteles	18 09	Manilius	20 20
Poseidon	18 10	Menalaus	20 23
Palus Somnii	18 11	Poseidon	20 25
Langrenus	18 12	Chevallier	20 30
Mare Crisium		P. Somnii	20 34
(dodir)	18 15	M. Crisium	
(zahvaćeno)	18 20	(dodir)	20 36
TU 18 25 Totalitet		Parantius	20 39
		M. Crisium	
2 — izlazak iz senke		(izlaz)	20 42
TU 19 45 kraj totaliteta		Langrenus	20 46
Grimaldi	19 49 TU	TU 20 50 kraj pomračenja senkom	
Herodot	19 51		
Kepler	19 57		

Jovanović Ljubiša,
saradnik Narodne opservatorije

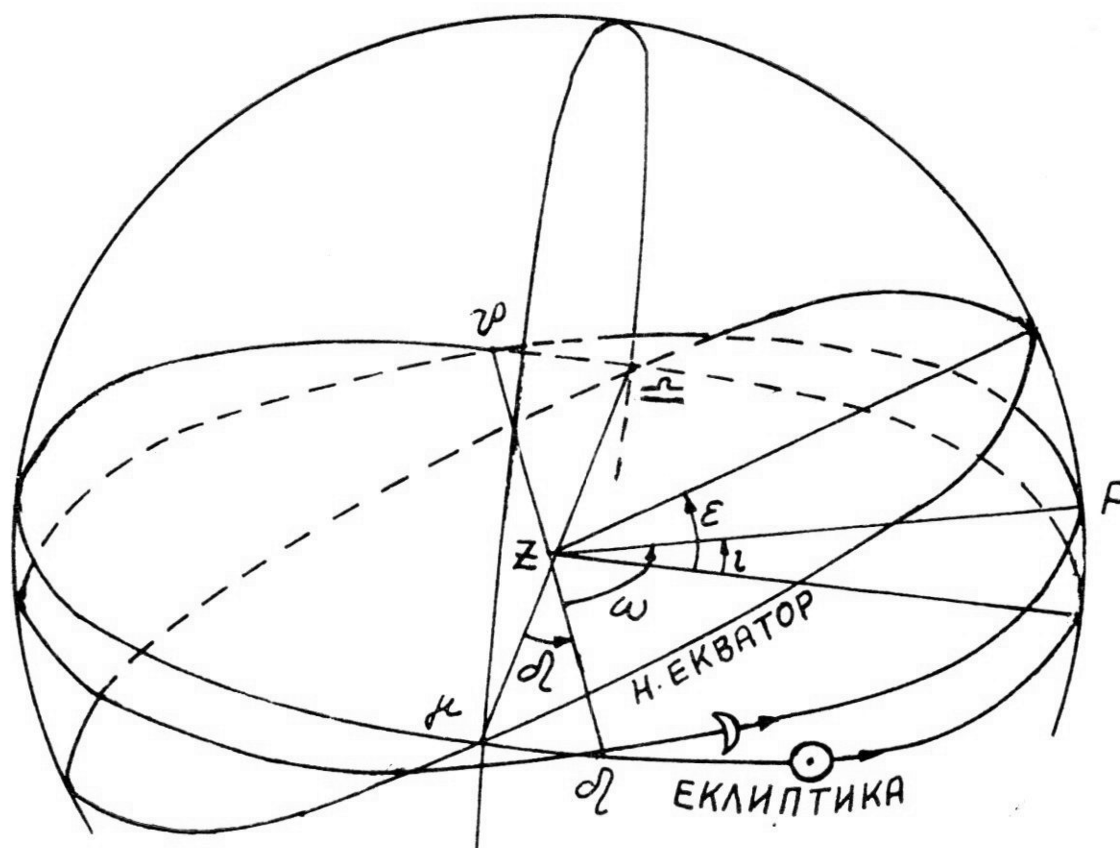
ЗА НАШЕ ПОЧЕТНИКЕ

КРЕТАЊЕ, ПЕРИОДИ И ОРБИТА МЕСЕЦА

У чланку се настојала добити заокружена слика о привидном и стварном кретању, периодима и путањским елементима Месеца. Заједничко излагање набројаних тема отежава праћење појединих, али олакшава увођење нових појмова.

Заједно са звездама, Сунцем и осталим телима небеске лопте и Месец учествује у њеном привидном дневном кретању, око Земљине лопте, са истока на запад. Ово најуочљивије кретање је привидно; последица је Земљиног окретања око своје осе од запада ка истоку. Због овог кретања Месец прелази приближно 15^0 за 1 h. (360^0/24 h)

Према звездама, које задржавају сталан међусобни распоред, Месец показује сопствено кретање са запада на исток. Пратећи његово кретање дуже времена утврдићемо да сваког часа пређе отприлике $0^0,5$, или свој привидни пречник. Уколико посматрање траје цео дан, тј. ако га посматрамо следећег дана у исто време видећемо да се на небеском своду померио приближно 13^0. Идући стално на исток, овом релативно великом брзином, по путањи (сл. 1), која ће бити велики круг[1]) на небеској



Сл. 1.

[1]) Као и свако небеско тело и Земља се налази за посматрача на њеној површини у центру своје огромне и привидно постојеће небеске лопте. У тачки Z (сл. 1) се обзиром на њихову величинску безначајност може се сматрати да се налазе Земља и цео Сунчев систем. Равни нашег стајалишта, Земљиног екватора, Месечеве путање око Земље, и Земљине путање око Сунца, секу небеску лопту по круговима, који се тим редом називају: хоризонт, небески екватор, Месечева путања и еклиптика. Сви ови кругови представљају велике кругове небеске лопте, јер њихове равни пролазе кроз њен центар.

лопти, он ће истим звездама прићи са западне стране после $360^0/13$ d $\approx$ 27 d. Тај временски период, који тачније траје 27,32 дана, назива се сидерички месец (sidus лат. звезда).

Месечево кретање са запада на исток је последица његовог стварног кретања око Земљине лопте са запада на исток. Пратећи његов стални поход на исток, видећемо да се после неколико опхода небеске лопте, крећући се по својој путањи, Месец нашао међу другим звездама. О чему се ради?

Људи су давно уочили да се изглед ноћне звездане полулопте коју видимо током године мења. Посматрајући је стално после залаза Сунца, можемо запазити да се на њеном источном делу појављују звезде, које су ту биле пре годину дана, док се оне на западном губе у Сунчевој светлости, јер им Сунце иде у сусрет. Померајући се са запада на исток по путањи, која је велики круг небеске лопте и зове се еклиптика, Сунце је обиђе за 1 годину (сидеричка година).

Годишња промена изгледа неба и кретање Сунца по еклиптици су последице Земљиног кретања око Сунца.

Због овог Земљиног кретања, неосветљена страна Земљине лопте са које се могу видети сва небеска тела осим Сунца и небеских тела у његовој околини је током године стално окренута новим деловима небеске лопте, па зато долази до годишње промене изгледа ноћног неба.

С обзиром на величинску безначајност Земљине путање око Сунца према удаљености небеске лопте, Месец посматран са Земље око које се креће[2]), иде током године приближно поред истих звезда. Због промене изгледа ноћног неба има се утисак да Месец поседује сопствено годишње кретање међу звездама. Оно је привидно, јер је Месец поред истих звезда и раније пролазио, само се оне нису могле видети због расипања Сунчеве светлости у Земљиној атмосфери. Ни Месец се не може видети дању ако је близу Сунца.

Сунце посматрано за Земље, која се креће око њега, око 1^0 на дан ($360^0/365$ d), са запада на исток, помера се пројектујући се по еклиптичким сазвежђима 1^0 на дан у исту страну. Ово тзв. привидно годишње кретање Сунца међу звездама се наравно не може директно посматрати.

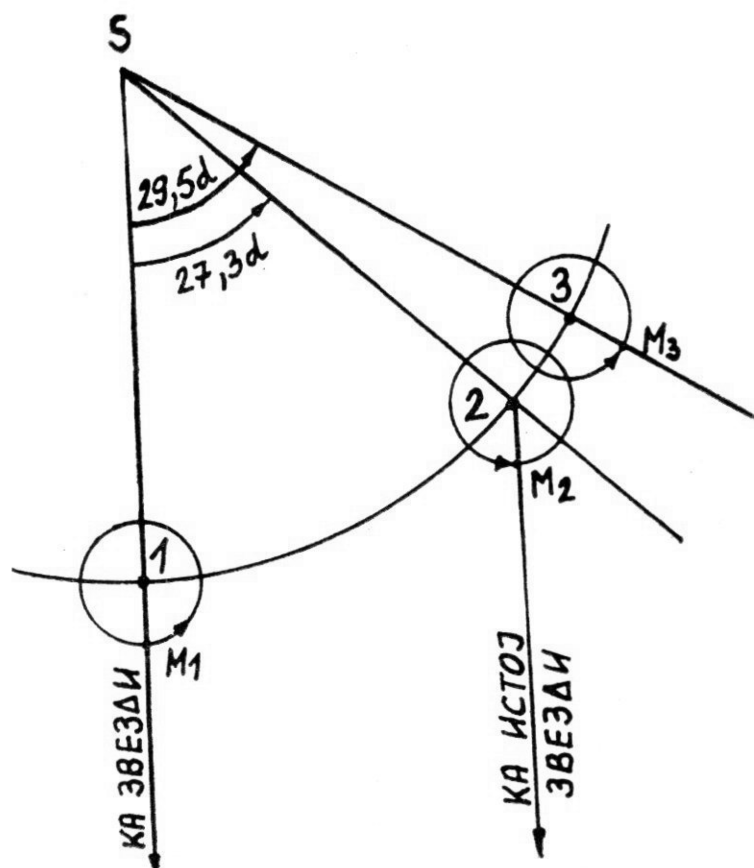
Месечев изглед, његова фаза на небеском своду, зависи од положаја Сунца које га обасјава. Колико је времена потребно да се поново нађе у истој фази, можемо израчунати знајући да се Сунце и Месец крећу са запада на исток брзинама $1\frac{^o}{d}$ и $13\frac{^o}{d}$

---

[2]) Трајање синодичког месеца можемо израчунати преко једначине синодичког кретања, коју ћемо извести. Месец и Сунце се у односу на звезде крећу брзинама $360^0/S_m$ и $360^0/S_g$ (S_m — сидерички месец, $S_g = 365{,}2624$ d — сидеричка година). Пошто је Месец бржи од Сунца он ће се у односу на њега кретати брзином $360^0/S_m - 360^0/S_g$. Крећући се овом брзином доћи ће у исту фазу после синодичког месеца С. Користећи и даље познату релацију да је време код равномерног кретања однос пута и брзине и изражавајући пут у степенима добићемо тражени синодички месец и поменуту једначину:

$$C = \frac{360^0}{\dfrac{360^0}{S_m} - \dfrac{360^0}{S_g}} \quad , \quad \frac{1}{C} = \frac{1}{S_m} - \frac{1}{S_g}$$

Одавде излази да је С = 29,53 дана.



Сл. 2.

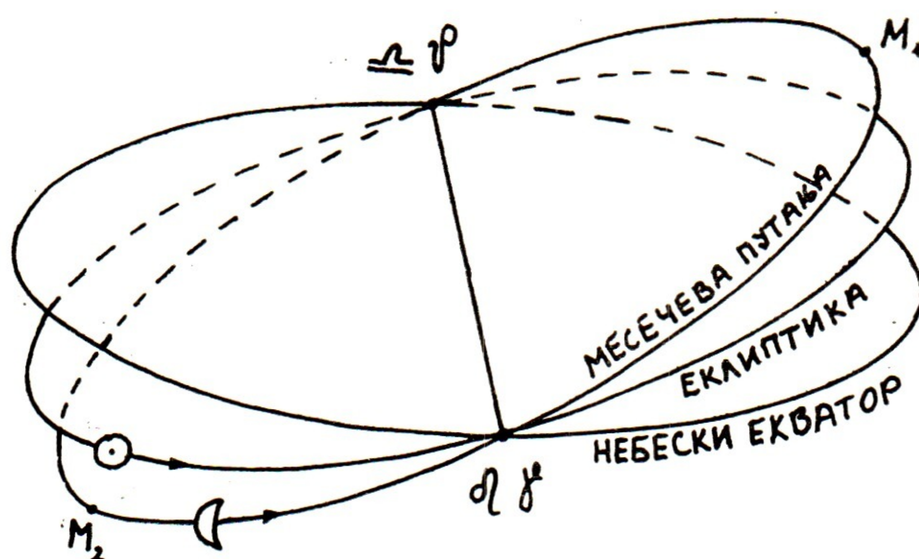
Нека ова два небеска путника пођу у исто време и приближно из истог места, ради веће очигледности. Ово је случај за време Младине, када се Месец не види, или је веома узан срп, јер се налази између Земље и Сунца. После 27 дана Месец ће стићи на исто место са кога је пошао, али неће бити у полазној фази, јер се Сунце за то време померило за 27^0. Месец ће сустићи Сунце и бити у истој фази као раније, тек после $27^0/12 \frac{o}{d} \approx 2\ 1/4\ d$[2)] (делимо са $12 \frac{o}{d}$, јер је то брзина Месеца у односу на Сунце; за један дан Месец се удаљи $13^0 - 1^0 = 12^0$) Овај тзв. синодички период (συνοδοσ грч. састанак), који говори колико је Месецу потребно да се нађе поново у истој фази, дужи је значи од сидеричког за 2 1/4 дана и траје 29,53 дана.

Зашто је синодички месец дужи од сидеричког показује сл. 2. Када је Земља у положају 1 Сунце, Земља, Месец и звезда се налазе па истом правцу. Фаза је пун месец. По истеку сидеричког месеца Земља је у положају 2. Месец је начинивши пун круг око Земље у положају M_2 на правцу Земља звезда. Овај правац према звезди се поклапа са предходним, јер су звезде несразмерно далеке у односу на растојање Сунце Земља. У положају M_2 фаза није пун Месец. Ова фаза ће наступити у положају M_3, када се поново на истом правцу нађу Сунце, Земља и Месец. Месецу је потребно око 2 1/4 дана да пређе из положаја M_2 у M_3.

На слици 1 су приказане на небеској лопти путање Месеца и Сунца и небески екватор. Нагиб између путања износи $i = 5^0 8' 43''$. Њихове пресечне тачке се називају чворови Месечеве путање. Чвор кроз који Месец пролази идући на северну полулопту назива се узлазни чвор и означава се знаком Ω. Дијаметрално супротно њему је силазни чвор ℧. Права која пролази кроз оба чвора назива се линија чворова.

Напоменимо да нагиб небеског екватора према еклиптици износи $\varepsilon = 23^0 27'$ и да се са њом сече у γ (гама) и ♎ (вага) тачки. γ — тачка је она кроз коју Сунце пролази идући на северну небеску полулопту.

Положај Месеца у простору је потпуно одређен са шест тзв. орбиталних елемената. Први елеменат је нагиб Месечеве путање према еклиптици. Заједно са дру-



Сл. 3

гим, дужином узлазног чвора Ω, која се мери од γ-тачке на запад до линије чворова, нагиб одређује положај равни Месечеве путање у простору.

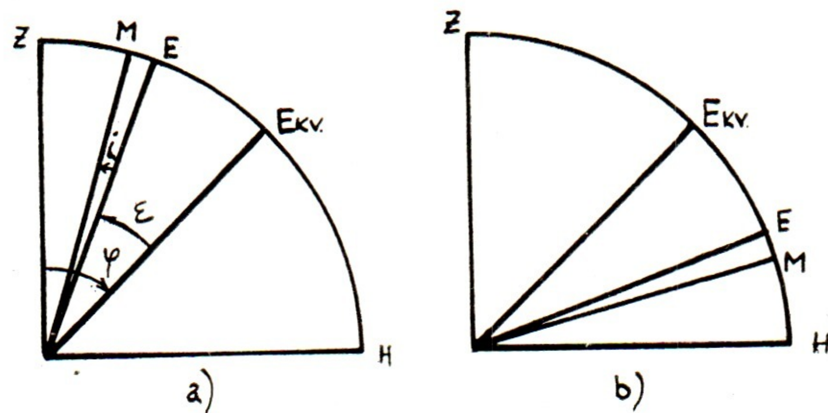
Тачнија посматрања показују да се чворови стално крећу дуж еклиптике у сусрет Месецу. 27,21 дан прође између два узастопна Месечева пролаза кроз исти чвор. Овај се период назива драконистички месец. (draco лат. змај; наводно у чворовима се налази змај који једе Месец и Сунце за време помрачења).

У току једног Месечевог обиласка његове путање чворови се помере $1^0,5$, или око 20^0 годишње. Цео круг еклиптике они пређу за 18 година и 7 месеци. (6793 d) Због овог померања по истеку сидеричког месеца Месец се не враћа тачно у ранији положај, већ строго говорећи он сваки свој обилазак врши по путањи која је отворена крива. Тек после 18 година и 7 месеци, када чворови затворе кругове по еклиптици, Месечева орбита заузима поново пређашњи положај.

Кретање чворова битно утиче на Месечеву видљивост, што значи и на његово привидно дневно кретање. Размотримо најпре како се оно одражава на удаљеност Месеца од небеског екватора, а затим и у односу на хоризонт.

Када се узлазни чвор Месечеве орбите поклопи са γ-тачком, Месечева путања је ван угла који чине екватор и еклиптика (сл. 3) Тада је угао између Месечеве орбите и небеског екватора највећи $28^036'$, ($23^027' + 5^009'$) а Месец је најдаље од екватора у положајима M_1 и M_2.

Висина и видљивост Месеца изнад хоризонта зависе од географске ширине места посматрања. Када је Месец у положају M_1 он је за посматраче на северној Земљиној полулопти највише изнад хоризонта. (сл. 4а) На географској ширини Народне опсерваторије у Београду, која износи $\varphi = 44^049'$, Месечева висина ће износити $73^047'$. ($28^036' + 45^011'$), а зенитна даљина је најмања $16^013'$. Пошто је у



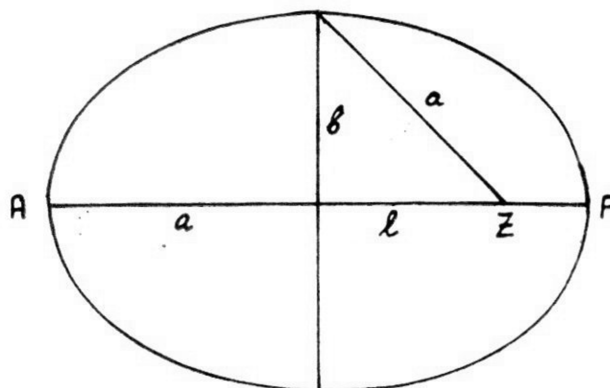
Сл. 4

томе положају ван чворова тј. екватора, следи да ће током свог дневног привидног кретања излазити на североистоку, а залазити на северозападу. То уједно значи да ће бити изнад хоризонта више од пола дана.

Када се после истека половине сидеричког месеца нађе у тачки M_2 он ће за посматрача на северној Земљиној полулопти бити најближе хоризонту; у нашем случају висина ће му износити 16°35'. (сл. 4б). Сада је место излаза највише на југоистоку, а залаза на југозападу. У том положају Месец већи део дана проводи испод хоризонта.

Ако се у γ-тачки налази силазни чвор, онда је Месечева путања између екватора и еклиптике, па са екватором заклапа 18°18' (23°27' — 5°09'). У овоме случају осциловање око екватора је мање, па зато највеће висине изнад хоризонта имају мање екстремне вредности него у претходном случају.

Услед тзв. прецесионог кретања Земљине лопте небески екватор клизи по еклиптици, пресецајући је стално у новим γ и ♎ тачкама. Ове тачке иду стално од истока ка западу у сусрет Месецу. Због тога Месец крећући се по својој путањи стиже поново тачно изнад γ-тачке (тачније: стиже у пресечну тачку Месечеве путање и великог тзв. латитудног круга, који је нормалан на еклиптику, а у овоме случају пролази кроз γ-тачку, сл. 1) 7 s раније него што траје сидерички месец. Овај се временски интервал назива тропски период (τροποσ грч. обрат)[3])



Сл. 5.

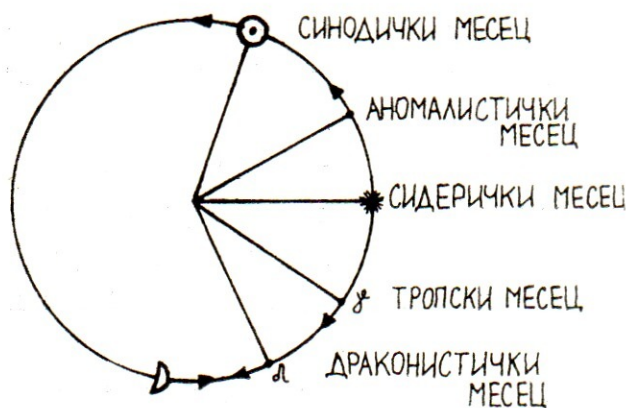
Данас знамо да је Месечева орбита приближно елипса. Њену величину карактерише велика полуоса *a* (сл. 5), која износи 384 401 km. Тачка Месечеве орбите у којој се Месец налази најближе Земљи назива се перигеј P, а најудаљенија је апогеј A. Линија која пролази кроз ове две тачке назива се линија апсида.

Напоменимо овде да се Месец заједно са Земљом креће око Сунца. По елипси се око Сунца креће уствари центар масе овога система. Центар масе је много ближи Земљином средишту, јер је Месечева маса 0,0123 део Земљине. Налази се око 1700 km испод Земљине површине. Услед тога Месец и Земља описују око Сунца криве сличне синусоиди; Месечева има већу амплитуду.

Положај елипсе у равни орбите се одређује углом између линије чворова и линије апсида ω и то угловним растојањем од узлазног чвора Ω у смеру кретања Месеца ка перигеју P. Овај угао и велика полуоса су трећи и четврти орбитални елементи Месеца.

---

[3]) Уобичајено је да се каже да је то време, које је потребно да се Месечева дужина увећа за 360°. Дужина је координата еклиптичког координатног система. Представља угао, који се мери од латитудног круга који пролази кроз γ-тачку на запад до онога који пролази преко одређеног небеског тела.



Сл. 6.

Линија апсида АР мења свој правац. Перигеј се помера ка истоку и цео круг начини после 8,85 година. Време које протекне између два суседна Месечева пролаза кроз перигеј износи 25,55 d и назива се аномалистички месец (ανωμαλια грч. одступање).

Тачније вредности периода Месечевих обилазака, редом по времену трајања у средњим сунчаним данима су дате у таблици. Исти редослед, уз приказ смера кретања појединих тачака, је дат на сл. 6. Из мнемотехничких разлога у једној равни су приказане еклиптика и Месечева путања.

D =	$27,^{d}212\ 2200$ =	27^{d}	5^{h}	5^{m}	$35,^{s}88$
T =	27, 321 5817 =	27	7	43	4, 7
S =	27, 321 6610 =	27	7	43	11, 5
A =	27, 554 5505 =	27	13	18	33, 1
C =	29, 530 5882 =	29	12	44	2, 8

Форму елипсе одређује пети орбитални елемент — ексцентрицитет e. Он је једнак количнику линеарног ексцентрицитета l и велике полуосе a,

$$e = \frac{l}{a} = \sqrt{a^2 - b^2}\ / a$$

b — мала полуоса елипсе

Ексцентрицитет Месечеве орбите износи e = 0,055 = 1/18. Разломак нам говори да ако Месечеву велику полуосу представља 18 дужинских јединица, онда ће фокус Z у коме се налази Земља бити удаљен једну од центра његове орбите. Одавде следи да је Месец у перигеју ближи Земљи за 1/18 a = 21000 km, а када је у апогеју за толико је даљи.

Да би израчунали положај Месеца у одређеном тренутку, потребно је познавати време t_0 када се налазио у некој одређеној тачки на орбити; обично се узима моменат проласка кроз перигеј. Време проласка кроз почетни положај представља последњи шести елеменат Месечеве орбите.

На крају напоменимо да су орбитални елементи Ω, i, ω, e и a изложени сталним променама због вишеструких поремећаја различитих периода и амплитуда, који се могу уочити захваљујући релативној близини Месеца. Зато су напред за e и i дате њихове средње вредности. Тако у зависности од периода апсида који износи 8,85 година долази до промена велике полуосе и ексцентрицитета који варира од 0,044—0,066 (1/23—1/14). Због тога Месечева орбита као да пулсира, развлачи па се заокружује. Нагиб орбите се пак мења у току 173 дана од $4^{0}59' - 5^{0}19'$.

Све ове промене су условљене привлачним дејством Сунца и планета и несферним обликом Земље.

Но и поред ове сложености данас је рачунарима могуће израчунати положај Месеца, чија грешка не прелази 0,5—1''. Неки обрасци представљају суме и по више десетина чланова, чији периодични поремећаји често не прелазе 0'',12, што одговара промени положаја Месеца од 200 m.

Савремена теорија кретања Месеца са великом тачношћу приказује његово кретање што је доста важно за израчунавање путања космичких летилица, изучавање помрачења и др. Она доста добро приказује како се Месечево кретање одвијало хиљадама година раније и како ће оно изгледати кроз хиљаде година.

Милан Јеличић

ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

1. Са које стране Сунчевог диска настаје помрачење Сунца? (са десне, западне)
2. Ако под даном подразумевамо време које протекне између два узастопна горња пролаза небеског тела кроз меридијан и знајући да је Сунцу за то потребно 24 h, израчунати колико траје звездани и Месечев дан? (23 h 56 m; 24 h 52 m)
3. Ако Месец пролази у 20 h кроз меридијан места наћи колико ће степени бити удаљен следећег дана од меридијана у 22 h. (16^0)
4. Да ли се може десити да у току дана Месец не изађе? (да)
5. Колико је дана потребно Месецу да се од Сунца удаљи 36^0? (3 дана)
6. Колико пута Месец обиђе Земљу за време једног њеног обиласка око Сунца? (око 13,5 пута)
7. Да ли календарска година има цео број синодичких месеци? (нема)
8. Година (тропска) траје 365 d 5 h 48 m 46 s. Колико износи средња дужина календарског месеца? (30 d 10 h 29 m 4 s)
9. Зими се Земља креће брже око Сунца. Да ли је тада синодички месец дужи или краћи од своје средње вредности? (дужи је)
10. Знајући да сидеричка година има 365,26 дана и узимајући из таблице трајање синодичког месеца израчунати трајање сидеричког месеца.
11. Колико степени Месец може бити највише изнад хоризонта у Лењинграду, када знамо да је његова географска ширина око 60^0? ($58^036'$)
12. Да ли се Месец може видети на дну Асуанских бунара. Ширина Асуана је $\varphi = 24^005'$? (да)
13. Који периоди Месеца постоје?
14. Линија апсида се годишње помери $40^041'$, док се за исто време линија чворова помери $19^020'$. Колико им је времена потребно да пређу цео круг еклиптике и да се врате у првобитни положај? (8,85 и 18,61 година)
15. Који орбитални елементи одређују положај равни Месечеве орбите, а који положај елипсе у тој равни?
16. Набројати орбиталне елементе.

IN MEMORIAM

Др ЗАХАРИЈЕ БРКИЋ

Скрхан дугим и тешким болестима, 24. априла 1979. године, заувек нас је напустио др Захарије Бркић, неуморни радник на астрономској науци и на универзитетској настави. И много више од тога — добар, скроман, вредан и поштен човек и верни син своје домовине.

Рођен 8. 11. 1910. у Пољни, код Трстеника, СР Србија. Већ као ђак Крушевачке и Чачанске гимназије одликовао се смислом за математичке науке. 1936. бриљантно завршава студије на групи за теоријску математику ондашњег Филозофског факултета у Београду, студија које су водили научници светског гласа — Михаило Петровић, Јован Карамата, Милутин Миланковић и други.

Захарије Бркић, прелази 1938. г. у астрономску струку и у њој остаје неуморни радник пуних 40 година. Од 1938. до 1972. прошао је кроз све службе на Астрономској опсерваторији у Београду; кроз сва њена научна звања. Од 1951. до 1966. био је доцент и ванредни професор Геодетског одсека Грађевинског факултета, а од 1959. до 1978. ванредни и редовни професор Природно-математичког факултета у Београду.

На Астрономској опсерваторији био је суоснивач двеју научних група — оне за тачно време и изучавање промена географске дужине и друге, за изучавање промена географске ширине и померања Земљиних полова. Првом је дуго година руководио с изванредним успехом и подигао њен степен тачности и научни ниво, и поред скромне материјалне и кадровске основице, до тог ступња да је с високим рангом ушла у одговарајућу Међународну службу. Из ове области дао је преко 70 научних прилога и стручних радова. Његова докторска дисертација ,,Анализа систематских грешака пасажног инструмента и других систематских утицаја'' била је у свету запажена, а код нас и другде покренула низ научних радова из ове области. За овакав рад изабран је био за члана две научне комисије Међународне астрономске уније.

Захарије Бркић исто тако је вредно радио и на универзитетској настави. На Геодетском одсеку учествовао је у подизању преко 200 геодетских инжењера, толико потребних нашој привреди и армији, а на Природно-математичком, наших бројних висококвалификованих астрономских стручњака. Више њих је под његовим руководством, са оба факултета, стекло магистарски и докторски научни степен. Касније су и они сами постали истакнути универзитетски наставници и научни радници или запажени стручњаци и руководиоци у привреди и армији.

Радећи на настави, професор Бркић је стигао, као коаутор, да напише и два прва наша потпуна универзитетска уџбеника астрономије који су толико недостајали многим генерацијама. Сем тога, учествовао је и у покретању по једне научне публикације на оба факултета.

Две су основне карактеристике професора Бркића које ће дуго остати у срцима његових сарадника и ђака — његов култ рада и његов родитељски несебични однос према његовим ђацима.

За свој дугогодишњи рад на науци и универзитетској настави професор Бркић одликован је пред смрт Орденом рада са црвеном заставом.

Бранислав Шеварлић

НОВОСТИ И БЕЛЕШКЕ

Правила за додељивању имена детаљима рељефа на Венери. — Недавно је Међународна астрономска унија усвојила критеријуме по којима ће се додељивати имена појединим детаљима на површини Венере. Кратери и прстенасте формације типа Месечевих мора добијаће женска имена. Највећим кружним удолинама и равницама даваће се имена богиња, док ће кратери са пречником већим од 100 километара бити именовани у част јунакиња из митологије. Мањи кратери добијаће обична женска имена разних народа.

Очекује се да ће у блиској будућности, испитивањем површине планете помоћу радио-таласа (радио-локација), моћи да се направи мапа површине Венере. Пошто ће испитивању површине планете највише допринети радио-локациона и космичка истраживања, планине и кањони ће добијати имена људи који су се истакли радом у овим областима.

Изузетак је први детаљ рељефа, откривен приликом најранијих радиолокационих истраживања Венере који се незванично означавао грчким словом α. Овај детаљ, пречника око 1000 километара, представља једну од најсјајнијих и најбоље уочљивих области на радио-локационој карти Венере. Његово званично име је сада Алфа и узет је за почетак рачунања дужине на Венери а налази се на 25^0 јужне ширине.

Совјетска космичка станица „Венера-9" спустила се у сличну област, сјајну према радиолокационој карти и пренела телевизијску слику површине. На основу слике, може се предпоставити да се ради о каменитом планинском пределу, па је то највероватније и објекат Алфа.

Природа, 1978, Бр. 6, с. 131.

Transaction of the IAU, 1977, v. XVI B, s. 331.

Др М. С. Димитријевић

XII Међународна астрономска радионица коју организују чланови IAYC одржаће се 1979. године у Савезној Републици Немачкој, од 20. VII до 10. VIII, у селу Виолау, 80 км удаљеном од Минхена. Учесницима ће стајати на располагању рефрактор од 30 cm, Шмит камера и други инструменти, као и веома повољни посматрачки услови. Посебно ће бити разматране теме: планетни систем, метеори, вештачки сателити, историја астрономије, космички зраци, променљиве звезде и спектроскопија. Предвиђене су и екскурзије. Једна од њих је посета древном метеорском кратеру „Nordlinger Riess".

Камп је намењен пре свега омладини од 16 до 23 године. Обавезно је знање енглеског језика. Цена која садржи исхрану, програм, излете и друго, износи 300 DM, односно 165 US долара. Организатор је: IAYC 1979, c/o, Tjalling Vis, Haven N. Z. 113, 7602 EG Almelo, Netherlands.

(Т. А.)

Најтежи молекул у Космосу. — Група канадских астронома на челу са Л. У. Еверијем и Џ. М. Меклиодом открила је присуство молекула цијанотриацетилена (HC_7N) у сазвежђу Бика. Откриће је извршено приликом анализе примљеног радио-зрачења. Ова супстанца је најближа органским једињењима од свих до сада нађених у космичком пространству и врло лако ступа у реакције са другим материјама

услед чега се на Земљи не налази у природи. На молбу канадских астронома, група енглеских хемичара на челу са Г. Кротоом извршила је синтезу цијанотриацетилена и утврдила да се лабораторијски добијен микроталасни спектар овог једињења поклапа са подацима канадских астронома.

Природа, 1978, Бр. 1, с. 135
Science News, 1977, v. 111, s. 260.

Др М. С. Димитријевић

Зашто није нађен живот на Марсу. — Инструменти космичког брода Викинг нису открили на Марсу трагове органске материје упркос својој високој осетљивости. Многе је изненадио овакав резултат пошто поједини детаљи Марсове површине изгледају као да су настали под утицајем воде, а и бројни метеорити богати угљеником, који су падали на површину планете у прошлости, погодују настанку органских молекула.

Енглески космохемичар А. А. Милс је предложио могуће објашњење ове загонетке. На Марсу се често догађају снажне пешчане буре. Трењем се на зрнцима песка које је подигла олуја, може створити електростатички набој. На Земљи се овако створени електрични набој обично празни услед настанка муња, што се не дешава у реткој атмосфери Марса. Услед тога, створени електрични набој нестаје постепено, у процесу тињавог пражњења. Овакво пражњење има својство да сваку површину а нарочито силикатну (песак) ослободи и најмањих трагова органске материје.

Да би потврдио своје претпоставке, Милс је извео следећи оглед. Испрани, жарени песак, ставио је у посуду из које је испумпао ваздух. Затим је опонашао пешчану буру помоћу вибрирања посуде. Када је притисак у посуди био око 0.1 mm Hg што је близу услова који владају у високим слојевима Марсове атмосфере, настајало је слабо зеленкасто светљење. На нешто већим вредностима притиска, које одговарају условима на површини планете, јављало се сјајније тракасто светљење које подсећа на поларну светлост. Код притиска око 50 mm Hg, светљење је нестајало и пражњење се одигравало у појединим бљесковима.

Тињајуће пражњење изазива дисоцијацију (разлагање) молекула гаса и стварање атомског кисеоника и озона, што погодује процесима оксидације. Црвенкаста боја Марса, чији је узрок оксидација материје на његовој површини, иде у прилог изложеној хипотези.

Природа, 1978, Бр 10, с. 130

Др М. С. Димитријевић

ОБАВЕШТЕЊЕ

Обавештавамо читаоце да поседујемо следеће комплете „Васионе": 1959, 1971 и 1972. по цени 12 динара, 1973. по цени 16 динара, 1974—1976. по 20 динара, 1977—1978. по цени 32 динара.

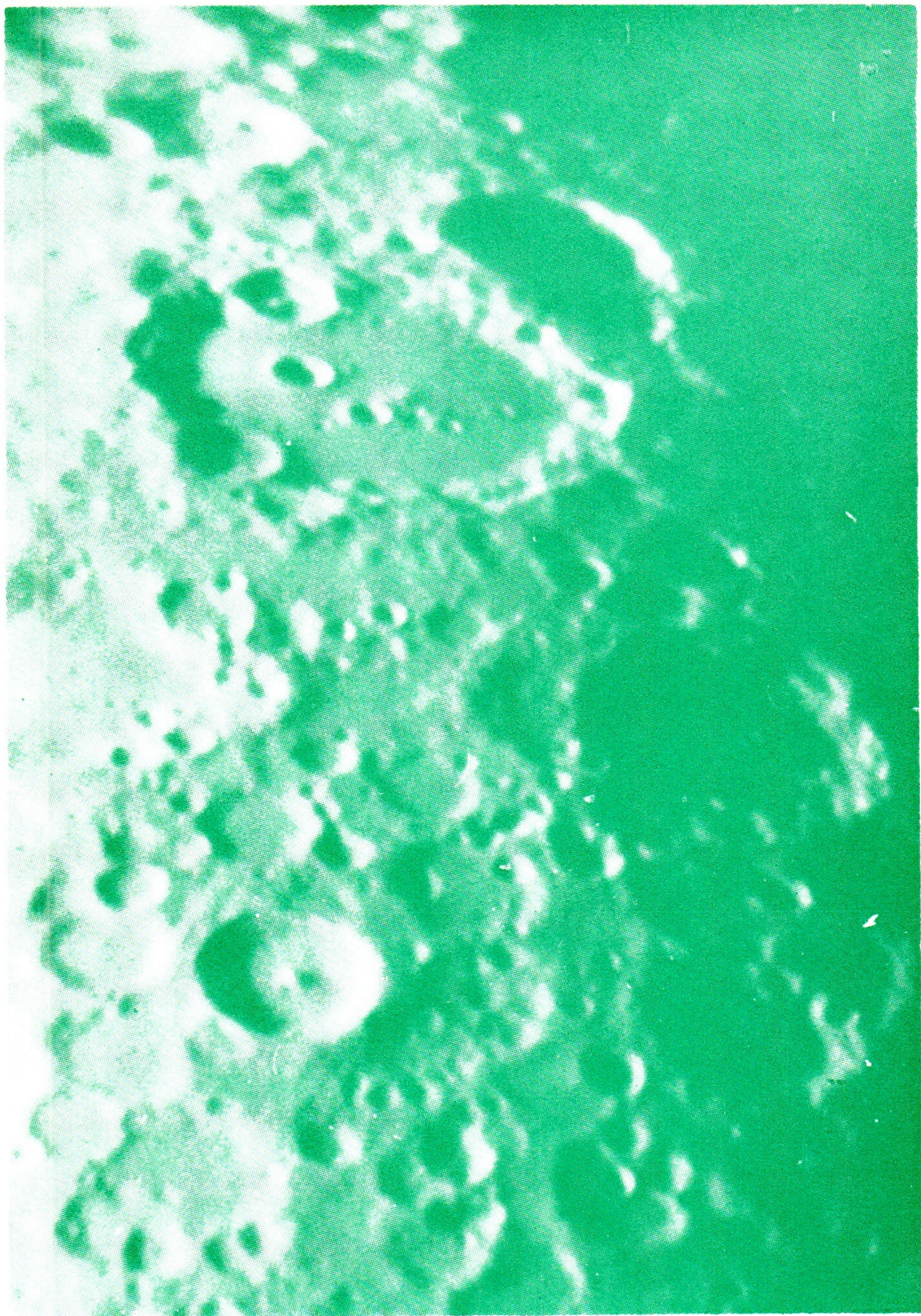
Имамо и следеће бројеве: 1953/1 и 2, 1954/1, 1964/4, 1967/2 и 1970/3—4 по цени од 3 динара.

Уз комплете бесплатно прилажемо књижице: Ели Картон: Улога Француске у развоју математике и Астрономске науке (издање Катедре за астрономију ПМФ).

— „Сатурн" 1/1936 по цени 3 динара

— Карта северног неба до деклинације -30^0 и звездане величине 5,5, димензија 60 × 60 цм, по цени 10 динара.

Наруџбине слати на адресу: Астрономско друштво „Руђер Бошковић" Београд, Калемегдан. Уплате се врше на жиро рачун број: 60806-678-6639.



Кратери Клавије (горе, са низом мањих кратера унутар њега) и Тихо (доле, са централном гором) снимљени 16. V 1978. у TU 19 h 40 m. Телескоп: рефрактор Zeiss Народне опсерваторије 110/2000 mm. Окуларном пројекцијом остварено је $F_e = 20\,000$ mm. Филм KB 21, развијач Microphen, експозиција 2,5 s. Снимио: Љубиша Јовановић.

VASIONA



ČASOPIS ZA ASTRONOMIJU I ASTRONAUTIKU

На слици је представљена чувена галаксија NGC 5128 у сазвежђу Centaurus, која је у радио-подручју позната као радио-извор Centaurus A. Најновија истраживања показују да је тамна трака која се види преко средине слике уствари диск скоро кружног облика, око 12 000 парсека у пречнику, нагнут око 75° према равни тангенцијалној на небеску сферу у тој тачки. Тај диск окружује елипсоидалну компоненту која се састоји од звезда и за коју се сматра да је око 10 милијарди година стара. Диск је знатно млађи и ротира много брже но елипсоидални систем. Стварање младих, плавих звезда се одвија на крајевима диска. Диск је можда стечен захватом из неке друге галаксије или је настао од међугалактичке материје.